MAYO 2025

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY

Ingeniería

Nº102

Puente en voladizos sucesivos

Ing. Civil Guzmán Castiglioni
Ing. Civil Martín Ihlenfeld
Ing. Civil Martín Reina

Día Mundial de la Ingeniería 4 de marzo: Premio proyectos de graduación de Ingeniería

Ing. Richard Hobbins

Vehículo Autónomo Eléctrico: Introducción a la sociedad uruguaya · Segunda entrega

Mag. Ing. Darling Olano Schüsselin

Asociación de Ingenieros del Uruguay

Acompañando a la Ingeniería desde 1905

Comisión Directiva

PRESIDENTE
Ing. Martín Dulcini

1er VICEPRESIDENTE
Mag. Ing. Miguel Fierro

2do VICEPRESIDENTE
Ing. Richard Hobbins

SECRETARIO
Ing. Juan Carrasco

PROSECRETARIO
Dr. Ing. Rodrigo Morales

TESORERO
Ing. Gustavo Mesorio

PROTESORERO
Ing. Maximilian Friedrich

VOCALES
Ing. Diego Lois
Ing. Liliana Odriozola
Ing. Juan Lorenz
Ing. Mariana Bernasconi

REDACTOR RESPONSABLE
Mag. Ing. Miguel Fierro

DISEÑO EDITORIAL
www.disenio.net

IMPRESIÓN Y ENCUADERNACIÓN
Gráfica Mosca
Nº de depósito 358055

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista de la Asociación de Ingenieros del Uruguay, de su Comisión Directiva ni de los asociados que representa.

Contenido

06 16° Encuentro de las Asociaciones Profesionales de Ingenieros Civiles de países de lengua Portuguesa y Castellana

Mag. Ing. Miguel Fierro

13 Día Mundial de la Ingeniería 4 de marzo: Premio proyectos de graduación de Ingeniería

Ing. Richard Hobbins

22 Ambidestreza organizacional y liderazgo ambidiestro

Mag. Ing. Julián Eduardo Malcón González, Ing. Verónica Azevedo Lavecchia

26 Puente en voladizos sucesivos

Ing. Civil Guzmán Castiglioni, Ing. Civil Martín Ihlenfeld, Ing. Civil Martín Reina

37 Carga de vehículos eléctricos en AC

Ing. Agustín Labandera

41 Systems Thinking aplicado a problemas complejos en Ingeniería

Ing. Civil Víctor Sposito Acquistapace

53 Vehículo Autónomo Eléctrico: Introducción a la sociedad uruguaya · Segunda entrega

Mag. Ing. Darling Olano Schüsselin

59 Fragilización por Hidrógeno

Ing. Ignacio Cabrera, Ing. Gustavo Mesorio

64 Estructuras diferentes

Ing. José Zorrilla

73 Tecnología en la educación: En el foco mundial

Ing. Roberto Asplanato

92 Puerto de Montevideo, el otro

Ing. Guillermo del Cerro

Asociación de Ingenieros del Uruguay

Ciclo anual de charlas y visitas a industrias para estudiantes de ingeniería.

Instancias para acercar a los estudiantes al mundo de la ingeniería, preparándolos para los desafíos que enfrentarán al graduarse.

AIU dispone de locomoción para trasladar a los estudiantes que así lo requieran.

Conocé beneficios en detalle en
www.aiu.org.uy

Sumate a la AIU.
Ser parte está bueno.

Asociación de Ingenieros del Uruguay

Sumate a la AIU.
Ser parte está bueno.

www.aiu.org.uy
Asociación de Ingenieros del Uruguay
@aingenierosu
Asociación de Ingenieros del Uruguay
@aingenierosu
2900 8951 - 2901 1762
098 869 645

16° Encuentro de las Asociaciones Profesionales de Ingenieros Civiles de países de lengua Portuguesa y Castellana

Autor
Mag. Ing. Miguel Fierro

Del 10 al 12 de marzo se llevó a cabo este encuentro en la ciudad de Punta del Este, Maldonado, organizado por la Asociación de Ingenieros del Uruguay. Al mismo asistieron delegaciones de Asociaciones y Colegios de Ingenieros Civiles de 10 países. La temática de esta asamblea fue "infraestructuras resilientes al cambio climático".

La Mesa Directiva de la Asamblea y Secretaría del Consejo estuvo integrada por el presidente de la Región Norte de la Orden de Ingenieros de Portugal, el presidente y vicepresidente de la Asociación de Ingenieros del Uruguay, el presidente del Consejo de Ingenieros Civiles de Lengua portuguesa y castellana y la directora Internacional del Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos de España.

En la asamblea se presentó información y realidades de los Colegios y Asociaciones presentes así como también en qué medida cada uno de los miembros contribuye a los nuevos retos y demandas de la sociedad, diversidad, sostenibilidad y digitalización.

El Presidente del CICPC, Ing. Miguel Angel Carrillo Suárez presentó la estrategia y las propuestas de acción para este año 2025. El plan se desarrolla en tres ejes: visibilidad, colaboración y conocimiento.

Quedó confirmado y se hizo la presentación formal por parte del bastonario de la Orden de Ingenieros de Mozambique, el próximo encuentro en la ciudad de Maputo en la semana del 9 al 13 de marzo de 2026. Para el encuentro del año 2027 se designó como sede la ciudad de Cancún en México.

Establecidas las sedes de los siguientes encuentros se procede con la formación de la Secretaría del Consejo para el año siguiente conformada de la siguiente manera:

Se estableció la nueva Secretaría del Consejo con la participación de:

- Miembros permanentes: OEP y CICCP.
- Institución organizadora del próximo encuentro: OEM (Mozambique).
- Institución organizadora del encuentro inmediatamente posterior: FEMCIC (México).

A continuación, transcribimos la declaración de Punta del Este bajo el título: "Infraestructuras resilientes al cambio climático".

CONSELHO DAS ASSOCIAÇÖES PROFISSIONAIS DE ENGENHEIROS CIVIS DOS PAÍSES DE LÏNGUA PORTUGUESA E CASTELHANA

CONSEJO DE ASOCIACIONES PROFESIONALES DE INGENIEROS CIVILES DE LOS PAÍSES DE LENGUA PORTUGUESA Y CASTELLANA

DECLARAÇÃO DE PUNTA DEL ESTE

16° Encontro CECPC

"Infraestruturas resilientes às mudanças climáticas"

Os abaixo assinados, reunidos em Punta del Este, Uruguai, por ocasião da 16ª Assembleia Geral do CICPC-CECPC (Conselho das Associações Profissionais de Engenheiros Civis de Língua Portuguesa e Castelhana), aprovam por unanimidade a presente Declaração de Punta del Este.

As infraestruturas resilientes representam um desafio crucial para a engenharia civil atual, não apenas diante das mudanças climáticas, mas também frente a outros riscos naturais, como sismos e tempestades, que afetam diversos países. A crescente intensidade desses eventos exige uma abordagem inovadora no planeamento, projeto e construção de infraestruturas que minimizem riscos e garantam segurança e sustentabilidade a longo prazo.

Os engenheiros civis desempenham um papel fundamental na adaptação e mitigação desses riscos, aplicando soluções inovadoras e basea-

DECLARACIÓN DE PUNTA DEL ESTE

16° Encuentro CICPC

"Infraestructuras resilientes al cambio climático"

Los abajo firmantes, reunidos en Punta del Este, Uruguay, con motivo de la celebración de la 16ª Asamblea General del CICPC (Consejo de Asociaciones Profesionales de Ingenieros Civiles de Lengua Portuguesa y Castellana), acuerdan por unanimidad la presente Declaración de Punta del Este.

Las infraestructuras resilientes representan un desafío crucial en la ingeniería civil actual, no solo frente al cambio climático, sino también ante otros riesgos naturales como los sismos y los tifones, que afectan a diversos países. La creciente intensidad de estos eventos exige un enfoque creativo en la planificación, diseño y construcción de infraestructuras que minimicen riesgos y garanticen la seguridad y sostenibilidad a largo plazo.

Los ingenieros civiles desempeñan un papel clave en la adaptación y mitigación de estos riesgos, aplicando soluciones innovadoras y

das na natureza. A incorporação de materiais sustentáveis, tecnologias avançadas e modelos de gestão eficientes é essencial para garantir a durabilidade e funcionalidade das infraestruturas em cenários adversos.

O Conselho das Associações de Engenheiros Civis de Países de Língua Portuguesa e Castelhana promove diversas estratégias para alcançar infraestruturas mais seguras e sustentáveis. Entre elas, destaca-se o projeto baseado na resiliência, que implica a construção de infraestruturas flexíveis e adaptáveis, capazes de resistir a eventos climáticos extremos, sismos e tempestades, por exemplo. Também se incentiva uma abordagem sustentável por meio da incorporação de soluções que protejam a natureza e a vida humana, além do uso de materiais de baixo impacto ambiental.

Outro aspecto fundamental é o planeamento territorial, integrando o risco climático na tomada de decisões no urbanismo e na concepção das infraestruturas. Além disso, a manutenção e a renovação de infraestruturas existentes são essenciais para reforçá-las e evitar sua obsolescência. Da mesma forma, promove-se a colaboração entre administração pública, setor privado e associações profissionais para desenvolver normativas e padrões que garantam a segurança e sustentabilidade das infraestruturas.

A inovação e a digitalização são ferramentas-chave nesse processo. Tecnologias como a modelação climática, o uso de sensores inteligentes e a metodologia BIM permitem otimizar infraestruturas, melhorar sua resiliência e antecipar possíveis riscos.

O Conselho das Associações de Engenheiros Civis de Países de Língua Portuguesa e Castelhana assume o compromisso de liderar a transformação rumo a um desenvolvimento mais resiliente, fomentando o diálogo com administração pública e empresas para implementar soluções eficazes. Além disso, promove a formação contínua dos engenheiros em estratégias de adaptação e mitigação, garantindo que os profissionais estejam preparados para os desafios futuros.

O projeto e a construção de infraestruturas resilientes devem considerar soluções voltadas para a proteção da vida humana, baseadas na natureza, na restauração de ecossistemas e no planeamento urbano sustentável.

basadas en la naturaleza. La incorporación de materiales sostenibles, tecnologías avanzadas y modelos de gestión eficientes es fundamental para garantizar la durabilidad y funcionalidad de las infraestructuras en contextos adversos.

Desde el Consejo de las Asociaciones de Ingenieros Civiles de Países de Habla Portuguesa y Castellana, se promueven diversas estrategias para lograr infraestructuras más seguras y sostenibles. Entre ellas, destaca el diseño basado en resiliencia, que implica la construcción de infraestructuras flexibles y adaptativas capaces de resistir eventos climáticos extremos, sismos y tifones, por ejemplo. También se fomenta un enfoque sostenible mediante la incorporación de soluciones que protejan la naturaleza y la vida del ser humano, así como el uso de materiales de bajo impacto ambiental.

Otro aspecto fundamental es la planificación territorial, integrando el riesgo climático en la toma de decisiones a nivel de urbanismo y diseño de las infraestructuras. Junto con ello, el mantenimiento y la renovación de infraestructuras existentes resulta esencial para reforzarlas y evitar su obsolescencia. Asimismo, se impulsa la colaboración entre administraciones publicas, el sector privado y las asociaciones profesionales para desarrollar normativas y estándares que garanticen la seguridad y sostenibilidad de las infraestructuras.

La innovación y la digitalización son herramientas clave en este proceso. Tecnologías como la modelización climática, el uso de sensores inteligentes y la metodología BIM permiten optimizar infraestructuras, mejorar su resiliencia y anticipar posibles riesgos.

El Consejo de las Asociaciones de Ingenieros Civiles de Países de Habla Portuguesa y Castellana asume el compromiso de liderar la transformación hacia un desarrollo más resiliente, fomentando el diálogo con administraciones y empresas para implementar soluciones efectivas. Además, impulsa la formación continua de los ingenieros en estrategias de adaptación y mitigación, asegurando que los profesionales estén preparados para los desafíos futuros.

El diseño y construcción de infraestructuras resilientes debe considerar soluciones orientadas a la protección de la vida de los seres humanos, basadas en la naturaleza, la restauración de ecosistemas y la planificación urbana sostenible.

stiler

INGENIERÍA Y
CONSTRUCCIÓN

UNA EMPRESA DE grupoavax

Más que una constructora, una fuerza que edifica el futuro.

Somos el resultado del esfuerzo, la visión y el compromiso de miles de uruguayos que, con cada proyecto, diseñan y dan forma a un país que crece, innova y se desafía.

Porque el desarrollo no es solo concreto y acero, es ingeniería, precisión y pasión. Es el pulso de quienes construyen el Uruguay del mañana.

www.stiler.com.uy

A gestão responsável dos recursos hídricos, o desenvolvimento de sistemas de drenagem eficientes e a integração de infraestruturas verdes no ambiente construído são aspectos essenciais para melhorar a capacidade de adaptação das cidades e comunidades diante de eventos climáticos extremos, sismos e tempestades.

Esses temas foram os eixos principais sobre os quais se desenvolveu a presente Assembleia, realizada em Punta del Este em 11 de março de 2025, com a participação das delegações de: Argentina (CPIC), Brasil (ALAEST), Cuba (UNAIC), Espanha (CICCP), México (FEMCIC - UMAI), Moçambique (OEM), Peru (CIP), Portugal (OEP), Uruguai (AIU), Estados Unidos (ASCE).

Em conclusão, o CICPC-CECPC e as instituições abaixo assinadas reafirmam a necessidade urgente de que os engenheiros civis assumam um papel ativo na formulação de políticas públicas, no planeamento e desenvolvimento de infraestruturas resilientes e nos programas de investimento que garantam sua sustentabilidade e segurança.

Além disso, destacam a importância da colaboração das instituições profissionais com as administrações, o setor privado e o meio acadêmico para estabelecer normativas e estratégias eficazes de adaptação e mitigação diante de riscos climáticos, sísmicos e outros desastres naturais.

Por fim, enfatizam a responsabilidade da profissão na educação e formação contínua das futuras gerações de engenheiros civis, garantindo que possuam as competências e ferramentas necessárias para projetar soluções inovadoras e sustentáveis que protejam as comunidades presentes e futuras.

Punta del Este, 11 de março de 2025

La gestión responsable de los recursos hídricos, el desarrollo de sistemas de drenaje eficientes y la integración de infraestructuras verdes en el entorno construido son aspectos esenciales para mejorar la capacidad de adaptación de las ciudades y comunidades ante eventos climáticos extremos, sismos y tifones.

Estos asuntos han sido los ejes principales, sobre los que se ha desarrollado la presente Asamblea, celebrada en Punta del Este el 11 de marzo de 2025, con participación de las delegaciones de: Argentina (CPIC), Brasil (ALAEST), Cuba (UNAIC), España (CICCP), México (FEMCIC - UMAI), Mozambique (OEM), Perú (CIP), Portugal (OEP), Uruguay (AIU), Estados Unidos (ASCE).

En conclusión, el CICPC-CECPC y las instituciones abajo firmantes reafirman la necesidad urgente de que los ingenieros civiles asuman un papel activo en la formulación de políticas públicas, en la planificación y desarrollo de infraestructuras resilientes, y en los programas de inversión que garanticen su sostenibilidad y seguridad.

Asimismo, destacan la importancia de la colaboración de las instituciones profesionales con las administraciones, el sector privado y el ámbito académico para establecer normativas y estrategias efectivas de adaptación y mitigación frente a riesgos climáticos, sísmicos y otros desastres naturales.

Finalmente, enfatizan la responsabilidad de la profesión en la educación y formación continua de las futuras generaciones de ingenieros civiles, asegurando que cuenten con las competencias y herramientas necesarias para diseñar soluciones innovadoras y sostenibles que protejan a las comunidades presentes y futuras.

Punta del Este, 11 de marzo de 2025

Foto: EyeEm (freepik.es)

MCT
Ing. Martin Schmidt
MCT
Ing. Sara Silva

Día Mundial de la Ingeniería 4 de marzo: Premio proyectos de graduación de Ingeniería

Autor
Ing. Richard Hobbins

El 5 de marzo bajo el auspicio de la UNESCO y Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (FMOI), la Asociación de Ingenieros del Uruguay (AIU) conmemoró el Día Mundial de la Ingeniería, destacando no solo la esencialidad de esta disciplina en el progreso global, sino también el vibrante futuro que prometen los jóvenes talentos uruguayos. Se celebró la excelencia académica a través del concurso anual de proyectos de graduación. Esta jornada se convirtió en una vitrina para la promoción de proyectos que abordan desafíos contemporáneos. Aitana Carrión y Magdalena Percivale organizaron dicha ceremonia con posterior ágape en la sede de la AIU en Cuareim 1492, Monevideo.

Ing. Santiago Sotuyo, Ing. Martín Garmendia, Ing. Martín Dulcini, Ing. Richard Hobbins.

En la apertura del evento, el presidente de la AIU, Ingeniero Martín Dulcini apuntaló la importancia de promover mayor participación de mujeres en ingeniería y comentó el estado de avance del Observatorio de Ingeniería del Uruguay que AIU y MIEM están llevando adelante. El ingeniero destacado de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería FMOI Santiago Sotuyo remarcó la importancia de reconocer a los jóvenes en el marco del Día Mundial de la Ingeniería, hizo referencia al rol de FMOI y anunció las fechas de octubre del cuarto congreso de ingeniería INGURU a realizarse en el LATU junto con el histórico URUMAN. Juan Carrasco hizo una breve presentación del Observatorio de Ingeniería del Uruguay. Luego se procedió a la entrega de premios. A continuación se describe brevemente una selección de los proyectos postulados.

1) Generación de un renderizador acústico

Universidad de la República, Ingeniería Eléctrica

Agustín Bologna, Agustín dos Santos, Stefano Graziani

2) WACE: Un integrador de clasificadores de ataques web

Ingeniería en Computación de Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República

Agustín de León, Tobías Iroa

Este proyecto aborda las tradicionales limitaciones de los Firewalls de aplicación web tales como su incapacidad para detectar ataques desconocidos y la generación de falsos positivos al aplicar reglas genéricas. El objetivo

principal del trabajo es integrar la tecnología de WAF OWASP Coraza con la tecnología denominada Web Attack Classification Engine (WACE) para potenciar las capacidades de detección y respuesta ante amenazas en aplicaciones web.

3) Evaluación automática de la oralidad en aprendizaje de inglés

Ingeniería Eléctrica e Ingeniería en Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República

Ana Clara Nóbile, Ignacio Viscardi

Este proyecto aborda el desafío de automatizar la evaluación del habla en inglés como segunda lengua, motivado por la necesidad del programa Ceibal en inglés de evaluar oralmente a un gran número de estudiantes en Uruguay. El trabajo se centra en desarrollar y apreciar herramientas que permitan analizar tanto la forma de producción del habla como el contenido semántico de las respuestas orales. Para la evaluación de características acústicas, se implementaron dos enfoques: una línea base que compara secuencias fonéticas utilizando el modelo Wav2Vec2Phonemes para la extracción de fonemas, y la adaptación del sistema MultiPA (Multi-task Pronunciation Assessment), un modelo preentrenado que evalúa múltiples aspectos de pronunciación. Estos métodos se validaron utilizando dos conjuntos de datos: EpaDB (English Pronunciation by Argentinians Database) y datos reales de estudiantes de Ceibal.

4) Plataforma basada en gemelos digitales para dosificación de precisión

Ingeniería en Computación de Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República

María Belén Carozo Jorcin,
Ana Belén Suarez Pungitore

La dosificación de precisión informada por modelos puede definirse como la individualización de los regímenes de tratamiento farmacológico, basados en características del paciente que alteran la absorción del fármaco y respuesta del organismo. Se propone una solución que permita la dosificación de precisión informada por modelos pero centrada en la extensibilidad y portabilidad de los modelos y en el soporte de la misma mediante gemelos digitales. Se implementa una solución como prototipo utilizando Eclipse Ditto como soporte para gemelos digitales y Health Connect como intermediario entre wearables y la plataforma. El prototipo permite validar la factibilidad técnica y, con base en instancias de validación realizadas con potenciales usuarios, se comprobó la utilidad de plataformas de este tipo en la medicina actual.

5) Gestión de calidad de datos en arquitecturas de Big Data

Ingeniería en Computación de Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República

Carolina Cortés Lasalle

A lo largo de los años han surgido distintos sistemas para soportar los diversos requisitos de análisis de los datos en BD, como Data Warehouses (DW) y Data Lakes (DL). Sin embargo, ninguno de estos sistemas logra brindar soporte para herramientas de AA y BI .

Es por esto que en la actualidad la comunidad académica busca hacer una transición a una nueva arquitectura de análisis de BD, denominada "Data Lakehouse", la cual logra integrar las capacidades de DW y DL en un mismo sistema unificado. Sin embargo, actualmente no existe una arquitectura establecida para este sistema como si existen para los DW y DL. Por otro lado, en la actualidad no existen técnicas o metodologías globalmente aceptadas que sean específicas para la gestión de calidad de datos en arquitecturas de este tipo. En respuesta a estas problemáticas, este trabajo propone una arquitectura genérica de BD que logre combinar las capacidades de DW y DL, incorporando la gestión de calidad de datos dentro de la misma. A su vez para verificar la factibilidad técnica y tecnológica de la propuesta se desarrolló un prototipo reducido de la arquitectura propuesta.

6) Microscopia de matrices de Mueller para diagnóstico temprano en muestras completas de tejidos biológicos

Ingeniero Físico Matemático para Roman Demczylo *e Ingeniero Electricista para* Diego Silva

La polarización es una propiedad fundamental de la luz que puede describirse mediante cuatro parámetros reales conocidos como parámetros de Stokes. Cuando la luz interactúa con un objeto su estado de polarización se modifica a través de una función de transferencia denominada matriz de Mueller. Este trabajo presenta el diseño e implementación de un sistema de microscopía basado en dicha matriz para el análi-

sis de tejidos biológicos en muestras completas. La propuesta combina la captura de imágenes de alta resolución con el cálculo de Mueller, proporcionando información detallada sobre la estructura y las propiedades físicas del tejido. Además se incorpora un algoritmo de stitching que permite la fusión de múltiples imágenes obtenidas a través del microscopio, posibilitando la caracterización integral de la muestra. Asimismo el uso de técnicas de aprendizaje automático puede facilitar la identificación inmediata de características relevantes y la clasificación de distintos tipos de tejido y patologías. Por último, se introduce un estudio de aprendizaje automático basado en las imágenes capturadas por el sistema de microscopía y las propiedades derivadas del cálculo de matrices de Mueller.

7) Validación de transacciones cross-blockchain

Ingeniería en Computación de la Universidad de la República

Facundo Torterola, Guzmán Martínez

El crecimiento de blockchain demanda mecanismos de comunicación entre redes públicas y privadas que permitan el intercambio de datos y operaciones conjuntas sin comprometer la integridad y consistencia de estos. En particular se requiere la validación de transacciones. Este proyecto tiene como desafío desarrollar un mecanismo de validación de transacciones cross-blockchain entre Hyperledger Fabric y Ethereum, garantizando la correcta validación de la información transferida. La solución se basa en una solución de interoperabilidad preexistente de tipo Gateway al que se añadió un mecanismo de validación de transacciones cross-blockchain. Asimismo se diseñó e implementó una prueba de concepto para abordar esta problemática. Para validar la propuesta se utilizaron tres estrategias: implementación de un escenario de uso, pruebas de rendimiento y análisis de costos. El escenario se enfocó en la compra de automóviles en Hyperledger Fabric, generando recompensas en tokens de fidelidad o NFTs en Ethereum.

8) Despacho óptimo de reactiva con aprendizaje automático en la red eléctrica uruguaya

Ingeniero Electricista de la Universidad de la República

Ignacio Boero, Santiago Díaz y Tomás Vázquez

Este trabajo se centra en la resolución del problema del despacho óptimo de potencia reactiva en la red eléctrica de Uruguay, utilizando aprendizaje automático. Se propone la implementación de dos estrategias como alternativas para su resolución. La primera consiste en un esquema supervisado que busca imitar el comportamiento de un optimizador de punto interior, pero permitiendo tiempos de inferencia significativamente menores. La desventaja de esta técnica es que el rendimiento está acotado por el desempeño del optimizador a imitar. Por ello se propone una segunda estrategia no supervisada que busca resolver directamente el problema de optimización a partir de definir una función de pérdida proporcional al objetivo a resolver. Para aumentar progresivamente la dificultad del problema se comienza validando las estrategias en los casos de estudio de las redes IEEE30 e IEEE118, sumamente usadas en la literatura.

9) PhotoHolmes: study and implementation of techniques for detecting forgeries in digital images

Ingeniero Electricista de la Universidad de la República

Julian O'Flaherty, Rodrigo Paganini, Juan Pablo Sotelo, Julieta Umpiérrez

Esta tesis presenta un estudio del estado del arte en detección y localización de manipulación de imágenes y el consiguiente desarrollo de PhotoHolmes, una nueva librería de código abierto en Python. Presentamos una selección de diez métodos de detección de falsificaciones elegidos por su singularidad, desempeño y relevancia, en donde incluimos una breve descripción de cómo funciona cada método y qué sesgos puede tener su desempeño. Para garantizar una evaluación justa y reproducible, PhotoHolmes compila los métodos, conjuntos de datos y métricas mencionados anteriormente. Además incluye funcionalidades para ejecutar y evaluar fácilmente dichos métodos. La librería está diseñada para ser fácilmente extensible, con el objetivo de mantenerla actualizada con el estado del arte a medida que avanza. Utilizando PhotoHolmes realizamos una evaluación exhaustiva de los métodos seleccionados en los conjuntos de datos.

10) Casemiro: nuevo prototipo de seguimiento ocular para accesibilidad

Ingeniero Electricista de la Universidad de la República

Juliana Faux, Lía Gómez, Joaquín Pérez

La tecnología de seguimiento ocular ha avanzado significativamente, permitiendo aplicaciones en accesibilidad, educación, investigación y entretenimiento. Este trabajo aborda el desarrollo de prototipos de seguimiento ocular de bajo costo con el objetivo de mejorar su exactitud, precisión, eficiencia energética y portabilidad. Construidos sobre la base de un prototipo previo desarrollado por Leonardo Martínez, este proyecto se enfoca en la integración de mejoras en hardware, software y diseño general. Se desarrollaron dos prototipos: uno basado en el Compute Module 4 de Raspberry Pi, enfocado en miniaturización y la simplicidad de desarrollo, y otro en la plataforma SK-AM62A-LP de Texas Instruments, optimizado para reducir el consumo energético. Entre las mejoras de hardware destacan el rediseño del sistema de iluminación con LEDs de mayor eficiencia energética y filtros infrarrojos, así como la integración de un PCB específico para simplificar el ensamblaje. En software se refactorizó el código para mejorar su modularidad y se optimizaron los módulos de detección de cara, pupila y glints logrando reducciones en los tiempos de procesamiento. Además se implementaron redes neuronales ligeras para la detección de glints, aumentando la robustez del sistema y se integraron frameworks como ONNX y TensorFlow Lite para mejorar el desempeño en hardware limitado.

11) Clasificación de conectomas basado en el análisis mediante redes neuronales en grafos

Ingeniero Electricista de la Universidad de la República por

Sara Silva, Martín Schmidt

El cerebro ha sido objeto de numerosas investigaciones debido a su importancia crítica en los procesos cognitivos y emocionales, así como en la comprensión del ser humano y sus comportamientos. Gran parte de este estudio se basa en la observación de las conexiones entre distintas regiones de interés (ROIs, por su sigla en inglés), abarcando tanto las conexiones anatómicas (estructurales) como las regiones con patrones de actividad similares (funcionales). Con el avance de técnicas de medición de la actividad y la conexión estructural cerebral no invasivas, como la resonancia magnética, el estudio de las conexiones cerebrales ha ganado relevancia y se han desarrollado numerosas técnicas para su análisis. En particular estas conexiones entre ROIs se representan en la literatura en forma de grafos para su análisis, a los cuales se les llama conectomas. En este trabajo se hizo énfasis en el problema de clasificación de género, a partir de los conectomas. Se obtuvieron resultados del estado del arte de 94,1% de acierto, con una arquitectura de encoder-decoder con una doble función de costo: reconstrucción del grafo funcional a partir del estructural y clasificación que fueron complementadas con técnicas de contrastive learning y métodos clásicos de data augmentation. A su vez se evaluó la relación entre el grafo funcional y estructural y su importancia relativa para la clasificación. Dado que es un problema de clasificación de grafos sin señal se estudiaron distintos embeddings espectrales para utilizar como señal en los grafos y se comparó con la opción más utilizada en la literatura que es el one-hot encoding. Finalmente, se propuso una herramienta de interpretabilidad inspirada en CAM (Class Activation Mapping) que permite reflejar las decisiones de la red en áreas específicas del cerebro, facilitando la comprensión de los patrones utilizados para la clasificación.

12) Herramienta de simulación de una red end-to-end óptico-móvil

Ingeniería en Computación de la Universidad de la República

Micaela Rodríguez

En este proyecto se diseña una herramienta de simulación óptico-móvil, donde se pueda reflejar la convergencia de la tecnología 5G y las redes ópticas. Para ello será necesario comprender ambos dominios en profundidad, conociendo las fortalezas y debilidades de las redes ópticas y móviles 5G. Se parte de un proyecto más abarcativo llamado "Convergencia entre redes 5G/6G y redes ópticas: un enfoque holístico" con objetivos más ambiciosos, que además incluye el desarrollo de una arquitectura para la monitorización de una red de telecomunicaciones óptico-móvil, entre otras cosas. Este proyecto de grado en particular, aporta una herramienta que combina el dominio óptico y móvil permitiendo realizar simulaciones de distintos escenarios y tomar estadísticas de los mismos.

Asociación de Ingenieros del Uruguay

Espacios de trabajo para socios

Contamos con instalaciones equipadas para estudiar, trabajar o reunirse con colegas.

- Sala cowork

- Sala de conferencias

- Sala de reuniones

- Sala de estudio Biblioteca

Conocé beneficios en detalle en
www.aiu.org.uy

Sumate a la AIU.
Ser parte está bueno.

13) Implementación de un transmisor AIS de bajo costo basado en SDR

Ingeniería en Sistemas de Comunicación de la Universidad de la República

Romina Belén García Camargo, Máximo Pirri Fernández

El Sistema de Identificación Automática (AIS, por sus siglas en inglés) es una tecnología de comunicaciones marítimas. En este trabajo se plantea la implementación de una estación AIS de clase B. El mecanismo de acceso al medio utilizado es CSTDMA. Se discute la elección de dicho mecanismo y su implementación. Además se profundiza en la generación de mensajes AIS interpretables. El desarrollo se realiza como bloques de la herramienta GNU Radio. Se realiza también un prototipo de hardware basado en Radio Definida por Software (SDR, por sus siglas en inglés), con el objetivo de que sea de bajo costo. Esto último busca revertir la situación en Uruguay.

14) Diseño y desarrollo de un filtro de deduplicación de datos basado en técnicas de estado del arte

Ingeniería en Computación de la Universidad de la República

Nicolás Comerci

El campo de deduplicación de datos ha ganado notoriedad en la última década dada la gran cantidad de datos manejada por sistemas contemporáneos. Lo común es que estos datos presenten altos niveles de duplicación y la eficacia de las técnicas de deduplicado para reducir estos volúmenes de datos. En este proyecto desarrollamos una herramienta de código abierto que implementa un filtro de datos que deduplica y aplica reducción de redundancia en datos similares sobre flujos de datos arbitrarios. Estudiamos la eficacia de la aplicación de nuestra implementación del filtro como complemento preliminar al uso de compresión general sobre datos arbitrarios.

15) Conversión de motor de gasolina a hidrógeno

Ingeniería Industrial Mecánica Universidad de la República

Sebastián Bibiloni, Lucas Mendoza, Juan Manuel Romero

Puesta a punto y conversión del motor Geely MR479Q. Este proyecto abarca una amplia gama de actividades técnicas y de investigación.

16) SimuSplit: simulación para la gestión dinámica de splits y optimización de recursos en redes 5G/6G

Ingeniero en Sistemas de Comunicación e Ingeniero Electricista Universidad de la República

Valentín Brienza, Marcos Rapetti

Las redes móviles son fundamentales para las comunicaciones humanas facilitando la interacción social, el acceso a la educación, la economía global y los servicios críticos. Estas redes están en constante evolución: mientras las redes 5G son una realidad en muchos países ya se están sentando las bases para la transición hacia las redes 6G. En este contexto, surge OpenRAN, una arquitectura que promueve la interoperabilidad entre diferentes fabricantes mediante componentes desagregados y virtualizados, conectados a través de interfaces abiertas y estándares definidos. Tanto la 3GPP (3rd Generation Partnership Project) como OpenRAN prevén configuraciones variadas que permitan elegir distintos puntos de split funcionales en las redes de acceso. En este proyecto de grado se desarrolló una herramienta de simulación basada en bibliotecas de código abierto para OMNeT++, enfocada en la implementación de puntos de split funcionales definidos por la 3GPP. Se decidió implementar 3 de ellos: un split bajo (split 2: entre capas PDCP y RLC), uno medio (split 4: entre capas RLC y MAC) y uno alto (split 6: entre capas MAC y PHY). Al mismo tiempo se diseñó una nueva entidad que implementa estos splits y que permite gestionar dinámicamente la configuración del punto de split durante la simulación. Para evaluar la herramienta se consideraron distintos escenarios de interés para las redes 5G, incluyendo topologías con multidominio tecnológico (óptico-móvil) y se analizó el efecto que tiene el punto de split en métricas como el retardo.

17) CEDUCA - Ciencia de Datos y Educación en Uruguay: evaluación de la equidad desde un enfoque interseccional

Ingeniera en Sistemas de Comunicación de la Universidad de la República por

Carmen Beatriz Salinas De la Vega, María Victoria Tournier Nieto

La motivación principal de este proyecto es explorar el creciente uso de la ciencia de datos en la educación, estudiando sus aplicaciones desde una perspectiva de equidad y feminista, que considera no solo el género sino también la raza, clase y otras dimensiones de la identidad con el fin de garantizar un manejo más inclusivo y equitativo de los datos. El objetivo general es aprender y recopilar información sobre cómo se están implementando estos sistemas, qué herramientas existen para realizar análisis de equidad en algoritmos, como aplicar técnicas de mitigación de sesgos y qué implicaciones tienen. Además este proyecto responde al creciente interés institucional y regional por buscar soluciones innovadoras en el ámbito educativo a través de la ciencia de datos. Esta tendencia refleja un espíritu de colaboración y progreso en la región, orientado a mejorar los sistemas educativos. En este contexto se realiza una revisión bibliográfica que aborda conceptos como el feminismo de datos y la equidad en la ciencia de datos, incluyendo la interseccionalidad y el desarrollo de un proceso de evaluación de equidad en sistemas algorítmicos. Dicho proceso considera tanto los sesgos en los algoritmos como las causas que los originan. Se lleva a cabo un relevamiento de proyectos en Uruguay relacionados con ciencia de datos y educación. Este relevamiento pretende contribuir a visibilizar iniciativas y a mejorar el acceso al conocimiento en este campo en el país. Finalmente se aplica un proceso de evaluación de equidad utilizando los conceptos y las tecnologías estudiadas en un caso real de un sistema de ciencia de datos aplicado en el ámbito educativo.

18) Prophet.ai: sistema configurable de consultas a APIs externas en lenguaje natural

Ingeniero en Sistemas Universidad ORT Uruguay

Francisco Cagnoli, Francisco Decurnex, Pablo Tomás Martínez, Micaela Suberbie, Hernán Yáñez

Blend360, una empresa tecnológica norteamericana encabeza la propuesta de desarrollar una plataforma que facilite la interacción con APIs mediante una interfaz de chat intuitiva. Las APIs que soporta la plataforma son de tipo REST, se comunican mediante el protocolo de HTTP y retornan respuestas en formato JSON. Muchas APIs suelen ser mal utilizadas o desperdiciadas debido a la falta de conocimiento técnico o accesibilidad por parte de los usuarios. La solución propuesta aborda este problema brindando una herramienta sencilla y poderosa que posibilita agregar APIs al sistema e interactuar con ellas a través de lenguaje natural, permitiendo que los usuarios consulten las APIs de forma directa, sin necesidad de interactuar con complejas interfaces técnicas. La aplicación está compuesta por un backend en Node.js y un frontend desarrollado en React. Además la plataforma está integrada con modelos de IA que procesan las consultas de los usuarios, traduciéndolas en llamadas a las APIs correspondientes y devolviendo las respuestas en lenguaje natural y en un formato amigable. La plataforma está alojada en la nube utilizando los servicios de Amazon Web Services (AWS) y ha sido diseñada con el objetivo de ser escalable, segura y fácil de usar. El producto final es una plataforma web que permite aprovechar al máximo el valor de las APIs, ofreciendo una herramienta interactiva y dinámica como un chat, que facilita el acceso y optimiza el uso de las APIs.

19) EverPay: pagos mediante autenticación biométrica

Ingeniero en Sistemas Universidad ORT Uruguay

Nicolás Ferencz, Matías Lijtenstein, Alex Piczenik

Este proyecto final de carrera presenta el desarrollo de una prueba de concepto para validar la viabilidad de utilizar autenticación biométrica en transacciones comerciales. En colaboración con la fintech Evertec, se diseñó una aplicación móvil que permite a los usuarios realizar pagos seguros utilizando el protocolo WebAuthn, conforme a las normativas FIDO. La solución se enfoca en autorizar pagos mediante el uso de la biometría eliminando la necesidad de utilizar tarjetas de crédito físicas, efectivo o dispositivos adicionales en el local comercial. Se cubre todo el ciclo de vida de desarrollo de software en un entorno de prueba de concepto, desde la investigación inicial y el análisis de requerimientos hasta la implementación y validación de los resultados. El objetivo principal es demostrar la aplicabilidad de las tecnologías seleccionadas en un contexto real, evaluando su seguridad, interoperabilidad y haciendo foco en la experiencia de usuario.

20) Cellbound: un videojuego dentro del cuerpo humano

Ingeniero en Sistemas Universidad ORT Uruguay

Iñaki Etchegaray, Gastón Landeira, Matías González

Cellbound es un videojuego 2D de acción, exploración y plataformas del subgénero Metroidvania para PC. Ambientado en un mundo alienígeno inspirado en la era medieval y basado en el cuerpo humano, el jugador asume el rol de un glóbulo blanco en su misión de salvar al cuerpo de una plaga misteriosa. A medida que explora, desbloquea habilidades que le permiten acceder a nuevas áreas del mapa.

21) Dynamic creative optimization for AdTech

Ingeniería en Sistemas Universidad ORT Uruguay

Agustina Disiot, Iván Monjardin, Santiago Díaz

El proyecto busca analizar la viabilidad técnica mediante una prueba de concepto de la aplicación de tecnologías de inteligencia artificial generativa en el área de AdTech. Surge a partir de la propuesta del cliente Blend, quien identifica posibles mejoras en el área de creación de contenido visual para publicidades. El proceso de generación de imágenes para publicidades online suele ser manual y costoso. Este proyecto se propuso automatizar este proceso utilizando la IA generativa para generar imágenes de alta calidad para productos de forma rápida y eficiente. Uno de los principales desafíos que se abordaron fue la falta de información previa que tienen los modelos de IA generativa sobre productos nuevos. Para superar esta barrera se recurrió a técnicas de fine-tuning, específicamente Dreambooth para Stable Diffusion. la misma permitió enseñar a los modelos sobre estos productos utilizando imágenes y datos específicos, mejorando significativamente la precisión y relevancia de las imágenes generadas.

22) SpotFinder: parking con Computer Vision

Ingeniería en Sistemas Universidad ORT Uruguay

Sebastián del Arca, Cristian Oehler, Ismael Umpiérrez, Sofía Begino

En el presente informe académico se presenta la solución SpotFinder, un sistema que usa imágenes de cámaras ubicadas en la vía pública para detectar lugares de estacionamiento, utilizando algoritmos de Computer Vision. Se desarrolla a partir de una iniciativa de Quantik Lab, una incubadora de proyectos innovadores dentro del grupo Quantik. El sistema surge como una respuesta a la necesidad de desarrollar una solución tecnológica para abordar uno de los problemas más comunes en áreas urbanas: la dificultad para encontrar estacionamiento en la calle.

23) RAIN RFID: reader for enhanced traceability and management in cattle industry

Ingeniería en Electrónica de la Universidad Católica del Uruguay

María José Baráibar , Federico Melián , Leandro Shiromizu

24) Identificación de los posibles impactos ambientales de la producción de hidrógeno verde a partir de proyectos eólicos offshore. Caso de estudio: Zona económica exclusiva de Uruguay.

Postgrado de Ingeniería Universidad de la República

Luisa Rivas

El trabajo identifica los potenciales impactos ambientales de la producción de hidrógeno verde en proyectos eólicos offshore en la zona económica exclusiva de Uruguay. Dicho combustible es una alternativa para descarbonizar el sector energético. La eólica offshore, dada la potencia nominal de los aerogeneradores, ofrece mayor potencial de generación eléctrica pero conlleva mayores costos y complejidades técnicas. Se examinan las actividades durante las etapas de desarrollo, construcción y operación. A partir de la revisión de investigaciones ambientales sobre proyectos similares, se identifican los impactos ambientales principales en cada fase. Durante el desarrollo se observan impactos como aumento de ruido, vibraciones y alteraciones en el lecho marino debido a estudios geofísicos y geotécnicos. En construcción, el dragado y la instalación de fundaciones y cables pueden suspender sedimentos, alterar la calidad del agua y aumentar el ruido afectando la fauna marina. En operación, los impactos in-

cluyen colisiones de aves y aumento del ruido submarino. La desalinización del agua puede cambiar la calidad de la misma, pero conserva los recursos hídricos terrestres. Esta investigación busca ofrecer una visión integral que sirva de base para la toma de decisiones de los responsables de políticas, los desarrolladores de proyectos y actores clave.

El premio AIU-MCT de 1000 dólares fue otorgado al proyecto ganador: Clasificación de conectomas basado en el análisis mediante redes neuronales en grafos, Sara Silva, Martín Schmidt.

La donación del premio de 1000 dólares por parte de MCT ESCO al proyecto ganador subraya el compromiso de la empresa con el fomento de la innovación y la eficiencia energética, alineándose con sus objetivos de promover tecnologías sostenibles y contribuir al desarrollo profesional de los ingenieros jóvenes. El apoyo de MCT ESCO a este tipo de iniciativas refleja su rol como líder en el desarrollo de soluciones de eficiencia energética y su contribución al avance de la ingeniería en Uruguay y más allá.

La Mención Especial para la Ingeniera Luisa Rivas por el proyecto Identificación de los posibles impactos ambientales de la producción de hidrógeno verde a partir de proyectos eólicos offshore. Caso de estudio: Zona económica exclusiva de Uruguay.

Asociación de Ingenieros del Uruguay

DEXTRA

Ingeniería para la Innovación Organizacional

Ambidestreza organizacional y liderazgo ambidiestro:

CLAVES PARA EL ÉXITO SOSTENIBLE

Autores

Mag. Ing. Julián Eduardo Malcón González

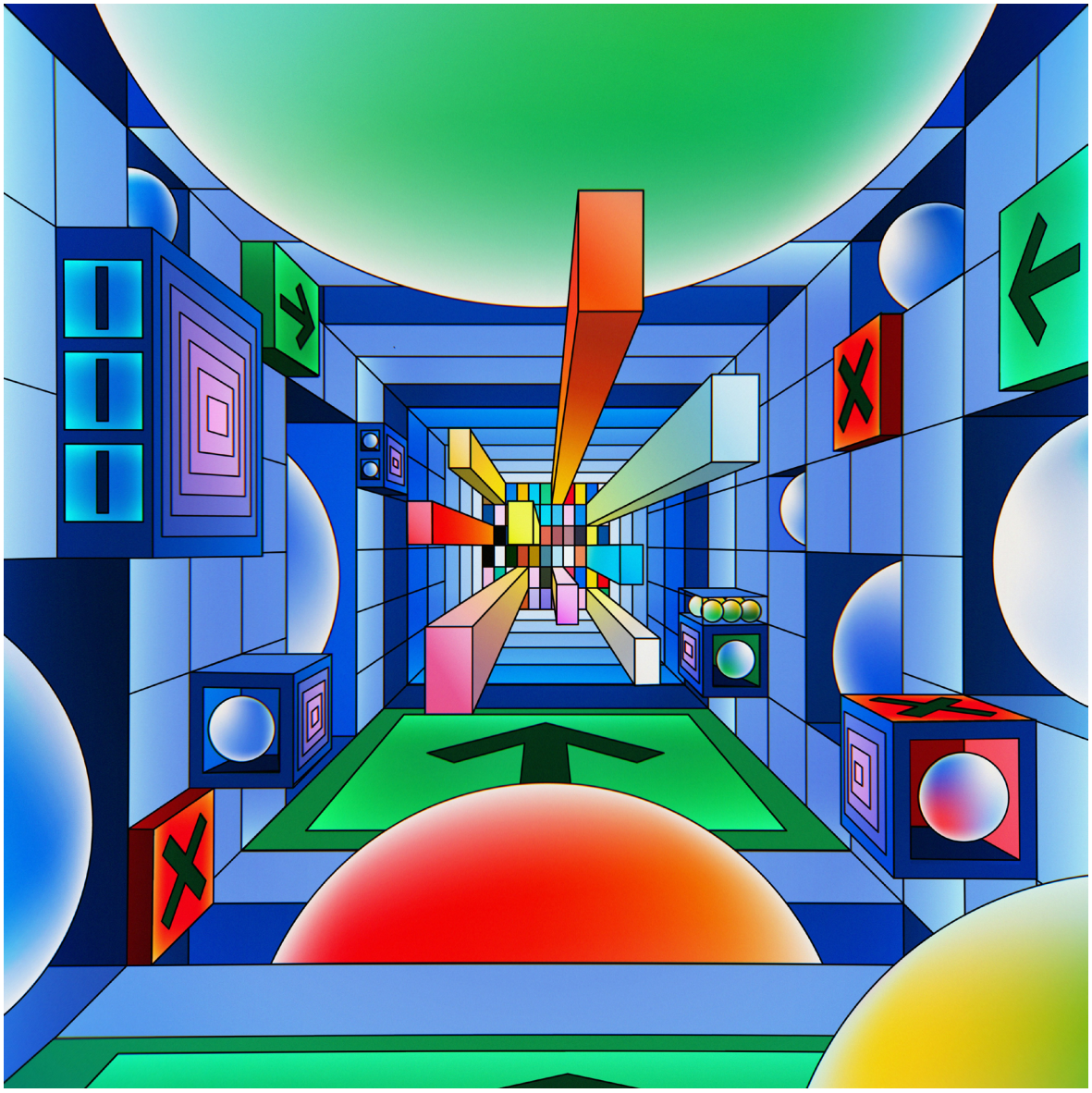
HCMP 3G, CM-DTC, CCS, CRS

Ing. Verónica Azevedo Lavecchia

HCMP 3G, ICF 1

Introducción

En un entorno empresarial cada vez más dinámico y complejo, la ambidestreza organizacional se ha convertido en una competencia distintiva para las empresas que buscan no solamente sobrevivir a corto plazo, sino también mantenerse saludables y competitivas a largo plazo. La clave es poner foco simultáneamente en gestionar los recursos y procesos actuales de manera óptima y buscar de forma sistemática innovaciones que generen nuevas oportunidades. Basándose en liderazgos, capaces de articular y establecer un equilibrio entre la eficiencia operativa y la innovación continua y de impulsar de manera sostenida un desempeño del equipo humano, fundamentado en el desarrollo de habilidades, actitudes, motivación y grado de empoderamiento. Todo esto para la coconstrucción del propósito de la organización, entendido como su razón de ser para el ecosistema del que forma parte.



Estas buenas prácticas que han permitido por más de 35 años construir excelencia y sostenibilidad en organizaciones de múltiples segmentos de actividad en distintas partes del planeta, no tenían hasta el presente un modelo de evaluación y un programa de aprendizaje como el que Dextra pone da disposición de LATAM.

Definiendo la ambidestreza organizacional

Para entender el concepto de la ambidestreza organizacional, podemos recurrir a dos componentes clave:

- el asociado a la **explotación**, que tiene que ver con maximizar la eficiencia del uso de los recursos y del funcionamiento de los procesos actuales, lo que implica mejorar continuamente las operaciones, optimizar la rentabilidad y acrecentar el valor entregado a las partes interesadas, y

- el relacionado con la **exploración**, consistente en la búsqueda sistemática de innovaciones y nuevas posibilidades de negocio, incluyendo el desarrollo de productos y procesos, la adopción de tecnologías emergentes y la incursión en nuevos mercados.

Aquellas organizaciones que logran equilibrar estas dos dimensiones son más capaces de adaptarse a cambios y aprovechar nuevas oportunidades, así como convertirse en referentes en su segmento de actividad.

AMBI.DEXTRA® es un modelo para evaluar el nivel de ambidestreza de una organización, que considera las seis dimensiones del esquema, orientadas a la explotación y exploración. Permite identificar prácticas a incorporar y desarrollar, articuladas en una hoja de ruta, hacia un mayor nivel de ambidestreza.

La importancia del liderazgo ambidiestro

El liderazgo ambidiestro es la vía para la implementación efectiva de la ambidestreza organizacional porque permite orquestar la interacción entre la explotación y la exploración, fomentando una cultura que valore, reconozca y recompense ambas. Aquí se presentan algunas de las principales funciones del liderazgo ambidiestro:

Articulación con el ecosistema: actúa como puente entre la organización y su ecosistema, articulando relaciones estratégicas y fomentando un entorno de cocreación para que la organización no solo se mantenga competitiva, sino que también prospere en un entorno en constante cambio. Para ello conecta con los stakeholders, monitorea tendencias y cambios en el contexto, facilita el flujo de información, fomenta la cooperación e innovación abierta y apuesta a la colaboración para alcanzar soluciones transversales.

Orientación estratégica: construye una visión compartida que impulsa la mejora de la eficiencia operativa y guía la innovación de manera sistemática. Esta orientación opera como marco para la dirección estratégica de la organización, alineando los esfuerzos de todos los miembros del equipo e integrando prácticas para ganar en competitividad.

Clima interno: promueve una cultura organizacional que ofrece un contexto seguro en el que los miembros de la organización sean y se sientan ellos mismos e interactúen, construyendo relaciones sanas como artífices de la propuesta de nuevas ideas, con posibilidades de experimentar. Para esto es necesario partir de unas prácticas que respeten la diversidad, equidad e inclusión en los equipos de trabajo y que se base en el "trato justo" de todas las personas.

Modela el comportamiento: entiende que al ejercer el liderazgo es un modelo a seguir, por lo que demuestra día a día su compromiso en la búsqueda de intensidad y equilibrio de prácticas de explotación y exploración en su propio trabajo, inspirando a los miembros del equipo a adoptar un enfoque similar en sus roles.

Fomenta la colaboración: promueve la colaboración entre diferentes personas, equipos y departamentos, facilitando el intercambio de ideas y recursos que enriquezcan tanto la innovación como la eficiencia operativa, disminu-

yendo la necesidad de micromanagement y aumentando las oportunidades para la aparición de las habilidades latentes del equipo humano.

Capta, desarrolla y retiene el talento: invierte en el crecimiento continuo de los miembros del equipo, creando oportunidades no solamente para cubrir las necesidades de la operativa actual, sino particularmente para poder afrontar con éxito los desafíos futuros y para poder ampliar las capacidades individuales de aporte.

¿Quiénes se benefician del liderazgo ambidiestro?

El modelo de liderazgo ambidiestro es particularmente adecuado para personas que ocupan o quieren acceder a posiciones de liderazgo con perfiles de **ingeniería, dirección de proyectos, gerenciamiento y administración,** por su enfoque multidimensional que se basa en el desarrollo de competencias transversales del líder y de su equipo humano para la incorporación de prácticas organizacionales. Permite lograr:

Rentabilidad: porque la articulación de la mejora continua con la innovación en forma sistemática resultan en una mejora del rendimiento organizacional a través de la reducción de costos, una mayor productividad de los procesos, el desarrollo de nuevas características, productos, procesos y mercados. Y esto permite mejorar la competitividad y lograr crecimiento sostenido a largo plazo.

Adaptabilidad: porque al equilibrar la eficiencia operativa con la exploración de nuevas tendencias, las organizaciones pueden responder mejor a las fluctuaciones del mercado, mejorando su resiliencia y capacidad para enfrentar desafíos y aprovechar oportunidades inesperadas.

Posicionamiento: porque mejora las relaciones con clientes, proveedores, la sociedad y el medioambiente, logrando una integración de intereses que se traduce en alianzas que benefician tanto a la empresa como a los demás actores, favoreciendo equilibrios a largo plazo; iniciativas que abordan las preocupaciones medioambientales y sociales, fortaleciendo la percepción y lealtad de los clientes e involucramiento de los usuarios en el proceso de innovación, creando soluciones que responden a sus necesidades y mejoran la reputación de la marca.

¿Cómo definimos el liderazgo ambidiestro?

"Una persona con liderazgo ambidiestro es capaz de impulsar la sostenibilidad de una organización o de un sector, al conectar las necesidades del ecosistema con la búsqueda equilibrada de excelencia en la explotación del modelo actual y la exploración de nuevas oportunidades, apoyándose en el potencial de su equipo humano y de los demás actores vinculados". ©

Reflexión final

La calidad y equilibrio de las prácticas ambidiestras de una empresa en su segmento de actividad desarrolla una cultura que es difícil de copiar por la competencia, por lo que le confiere una ventaja competitiva significativa.

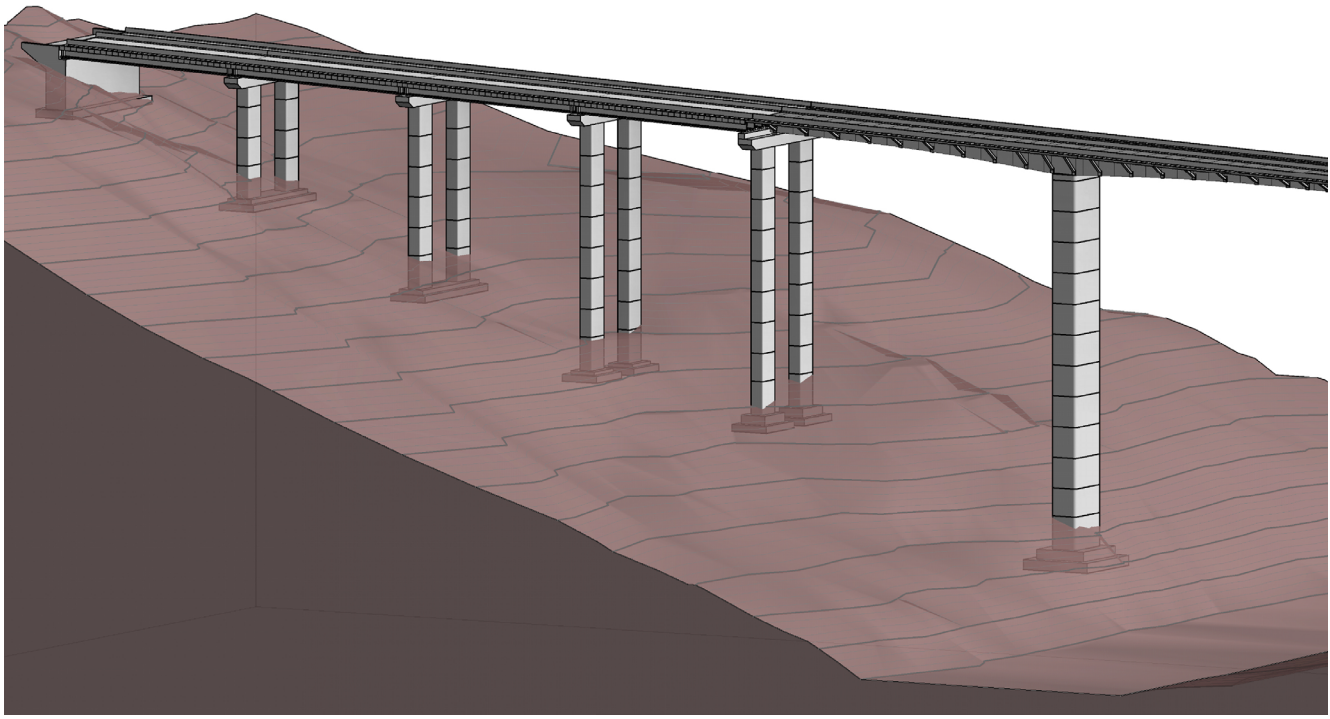
En una próxima nota compartiremos un análisis de caso de una experiencia exitosa de nuestro medio.

Información

Puede pedir información sobre el **Programa de Aprendizaje de Liderazgo Ambidiestro Nivel Competente** que inicia en **abril de 2025** por: https://www.dextra.com.uy

Descuentos especiales para miembros de AIU.

Inscripciones: https://www.dextra.com.uy/inscripcion-liderazgo



Puente en voladizos sucesivos

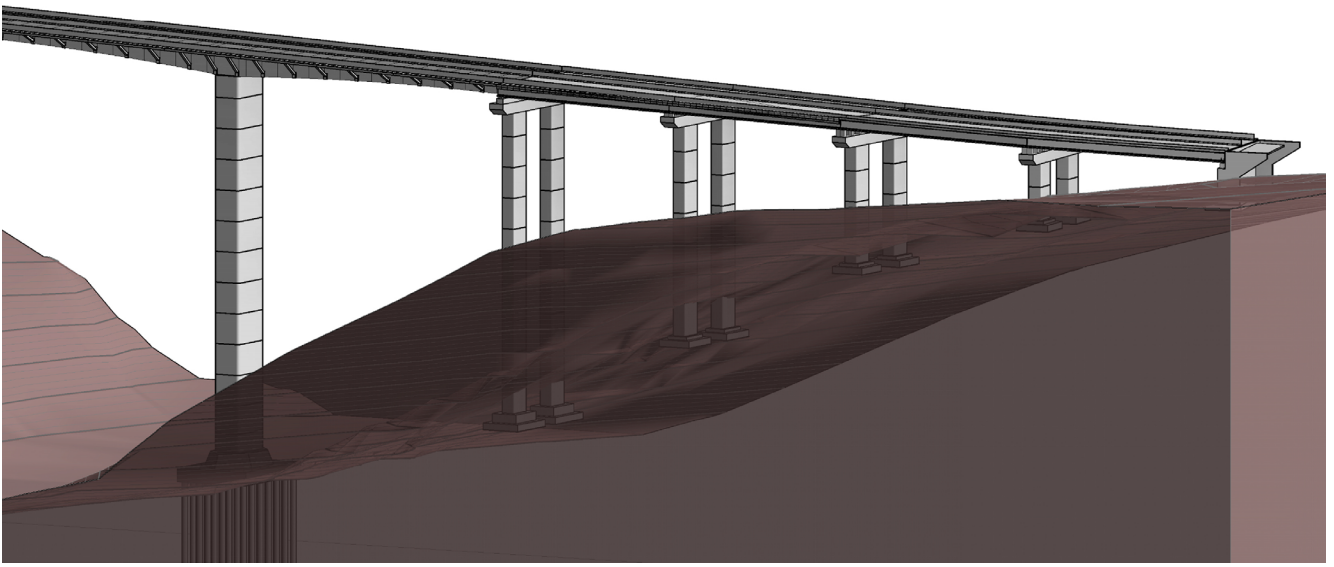
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS

Autores
Ing. Civil Guzmán Castiglioni
Estructuras Civiles RDA Ingeniería
Ing. Civil Martín Ihlenfeld
Director Estructuras Civiles RDA Ingeniería
Ing. Civil Martín Reina
Socio Fundador RDA Ingeniería

Resumen

En esta nota se aborda el diseño estructural del nuevo Puente sobre el Río Monday que será un eslabón fundamental en la conexión de la Ruta 2 con el nuevo Puente de la Integración, evitando el paso del tránsito por Presidente Franco y Ciudad del Este. De esta manera se dará una mayor fluidez al tránsito binacional entre Paraguay y Brasil. La obra de paso proyectada tiene 500 m de longitud total y alcanza alturas sobre el valle de aproximadamente 80 m. Sobresale en su diseño un sector central realizado por la técnica de voladizos sucesivos.

La construcción del puente se encuentra a cargo del consorcio Puente Monday, integrado por las empresas Heinseke y Construpar, y el proyecto ejecutivo a cargo de RDA Ingeniería, contando con la colaboración de ORR In-



genieros. La fiscalización se encuentra a cargo del Consorcio JYI, siendo la oficina Arenas y Asociados los supervisores del área estructural. La financiación del proyecto está a cargo de la CAF.

Se trata de un ejemplo de desarrollo de ingeniería de alta exigencia en cuanto a luces, altura y tipología, con la correspondiente experiencia de auditoría internacional.

Introducción

El Puente sobre el Río Monday, que será un eslabón fundamental en la conexión de la Ruta 2 con el nuevo Puente de la Integración, evitará el paso del tránsito por Presidente Franco y Ciudad del Este, Paraguay. De esta manera se dará una mayor fluidez al tránsito binacional entre dicho país y Brasil. La obra de paso proyectada tiene 500 m de longitud total y alcanza alturas sobre el valle de aproximadamente 80 m. Con 26.5 m de ancho, albergará dos vías en cada sentido (con sus respectivas banquinas) y veredas peatonales a cada lado de ellas. Entre los sentidos de circulación y entre la faja vial y peatonal se disponen barreras de tráfico. El puente fue resuelto con dos tipologías distintas: un sector central de 220 m en sección cajón y proyectado en voladizos sucesivos, con una modulación 60-100-60, y dos viaductos de acceso aledaños de 140 m de longitud cada uno, planteados como puente de vigas prefabricadas pretensadas de 35 m. Para el diseño se utilizaron distintos softwares de cálculo y análisis que tienen en cuenta la parte evolutiva del problema y permiten un cálculo ajustado de las etapas transitorias y las definitivas. Por su parte se modeló la estructura en BIM, incluyendo sus armaduras pasivas y activas, con lo que se tienen despieces ajustados y la evaluación de posibles interferencias, particularmente de los tendones de pretensados.

El proyecto surge originalmente con un planteo de Pöyry de puente en arco, realizado para el BID. Posteriormente se realiza un análisis de alternativas por parte de la CAF y a cargo de Esteyco. En este último se plantea la alternativa que fue licitada por el MOPC y sobre la cual se desarrolla el proyecto ejecutivo.

Descripción de la estructura

La estructura del puente sobre el Río Monday tendrá un total de 500 m de longitud, en los que se diferencian dos tipologías:

1. Tramos de acceso en puente viga (280 m: 140 m a cada lado del tramo central).
2. Tramo central en voladizos sucesivos (220 m).

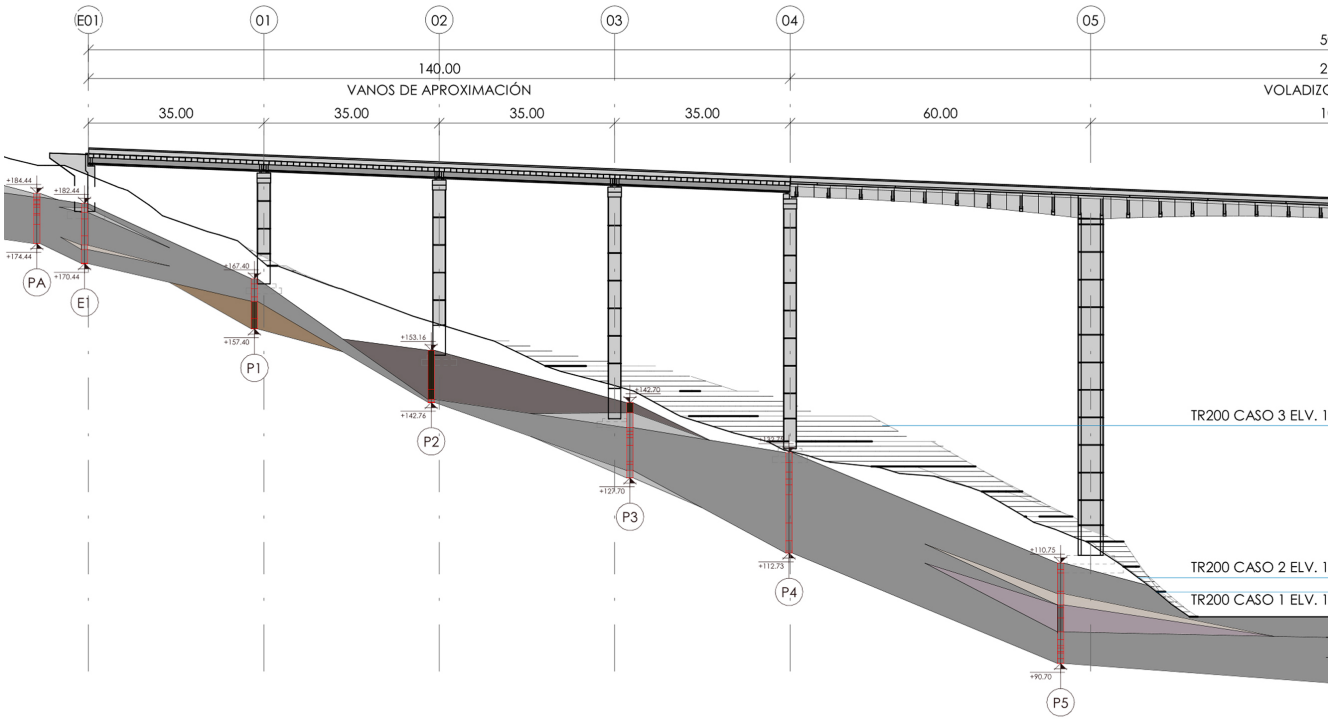


Imagen 1. Alzado del puente.

El sector central en voladizos sucesivos tiene una distribución de luces de 60 m - 100 m - 60 m, con el tablero sobre apoyos tipo POT en sus extremos y manteniendo el monolitismo en la vinculación del tablero con las pilas centrales.

De esta manera los viaductos de acceso en puente viga deberán resolver los 280 m restantes, con 140 m de longitud a cada lado del tramo en voladizos. Los dos sectores de aproximación al vano central se resuelven con un tablero de vigas pretensadas de 35 m de luz.

Este artículo se enfocará en el sector central por ser de una tipología menos habitual y sobre todo más desafiante desde el punto de vista técnico y constructivo.

El método de los voladizos sucesivos

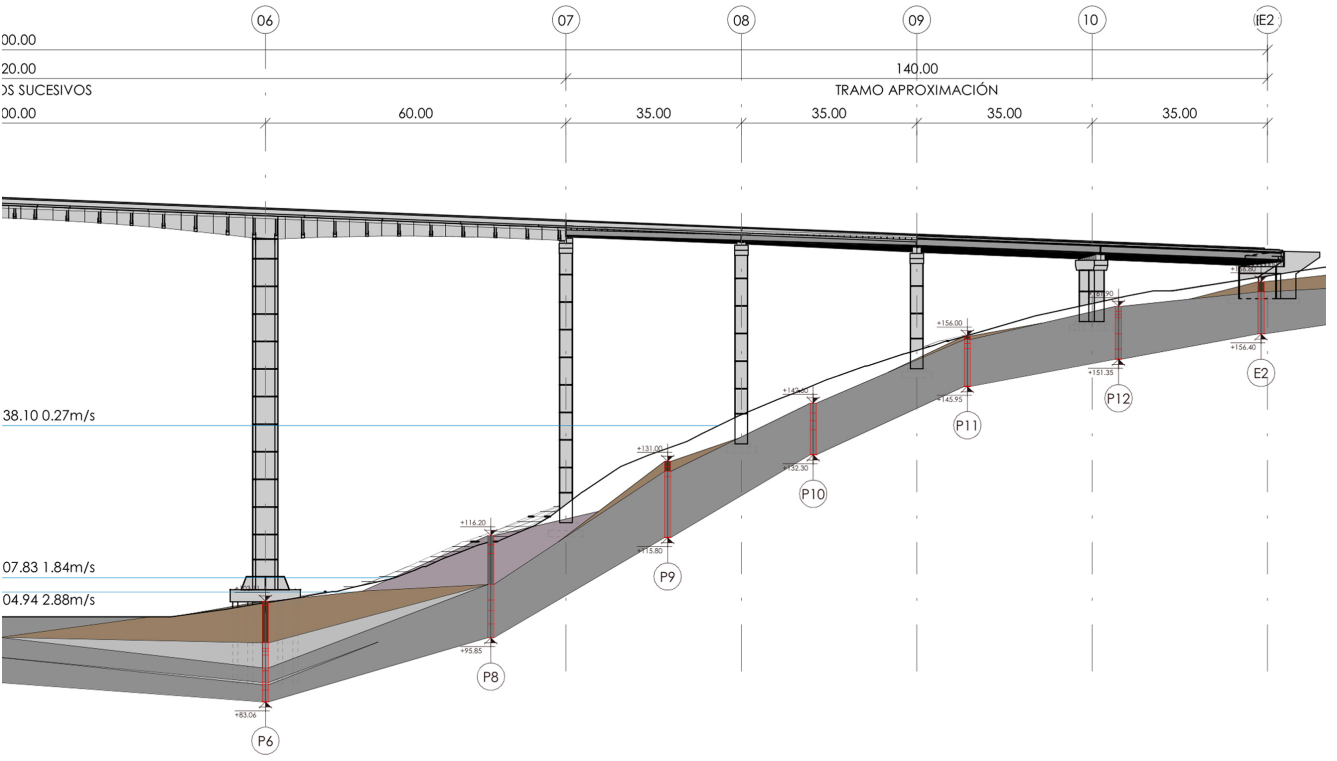
Este método se basa en la realización de un avance por dovelas (en el sentido longitudinal de la estructura) a partir de las pilas centrales, en el punto más profundo del valle. Cada dovela se ejecuta "colgando" el encofrado de la estructura existente mediante una estructura auxiliar llamada "carro de avance" y realizando el llenado de hormigón en esta misma configuración. Luego de que el hormigón adquiere una resistencia determinada se procede al postensado longitudinal de la pieza y del conjunto que provee de la resistencia necesaria para permitir el siguiente avance, además de controlar las deformaciones.

Los avances se suelen hacer balanceados para evitar descompensaciones grandes a ambos lados de la pila que generen problemas de equilibrio o de resistencia a flexión de las secciones involucradas.

Típicamente se avanza en paralelo desde dos puntos de apoyo, generándose un punto de vinculación en el medio llamado "clave".

Luego de esta vinculación la estructura pasa a tener un esquema estático distinto al que posee durante el avance por lo que se realiza un postensado inferior, o de "solidarización", en el vano recientemente materializado por los voladizos vinculados.

Esta metodología es particularmente competitiva en contextos de rasantes elevadas respecto al terreno, típico en accidentes geográficos como el de la zona de implantación del proyec-



to. Su operativa permite salvar luces considerables evitando el efecto visual negativo y el desafío constructivo de un "exceso" de pilas altas. Así mismo se limitan mucho los medios auxiliares y su acceso a la zona, ya que el avance se hace por etapas y a partir de las pilas centrales.

Imagen 2. Avance balanceado (Fuente: ConstruGomes).

Morfología de los voladizos sucesivos y proceso constructivo

Se define un cajón monocelular reducido en anchura, de manera que destaquen tres vanos aproximadamente iguales en la losa superior. Las secciones tipo cajón son las habituales para este tipo de estructuras de grandes luces, ya que la gran rigidez a la flexión y torsión produce una alta eficiencia frente al conjunto de solicitaciones dominantes, en comparación con secciones abiertas.

Las flexiones transversales en los voladizos laterales se controlan mediante una viga de borde longitudinal, la cual se apoya sobre puntales inclinados (jabalcones) que transmiten su carga a la confluencia entre el alma y la losa inferior del cajón principal. El postensado transversal controla las deformaciones y tensiones ante la esbeltez de la losa.

Durante su ejecución se llevan a cabo las siguientes etapas:

- Ejecución de pilas centrales sobre las que avanzará el sector en voladizos. A grandes rasgos se tendrán las siguientes etapas:
    * Ejecución de fundaciones.
    * Ejecución de las pilas monocelulares con encofrados trepantes/deslizantes hasta la cota de fondo de tablero.
    * Ejecución in situ de la dovela central sobre la pila, normalmente llamada "dovela 0" o "dovela de disparo". Esta dovela tiene las condiciones mínimas geométricas para el armado de los "carros de avance" sobre ellas.
- Avance en voladizos sucesivos:
    * Izado y armado de los carros de avance sobre la dovela 0, vinculados mediante crossmembers.
    * Encofrado de primera dovela a cada lado, colocación de armadura de refuerzo y vainas para el pretensado hormigonado.
    * Luego de endurecido el hormigón del llenado se procede a postensar el tramo y a avanzar con los carros hacia la posición del próximo llenado donde se repetirá el punto anterior. En este momento se coloca el jabalcón en el tramo endurecido.
    * Se repiten los dos pasos anteriores hasta que se una el vano central en la clave y se llegue con los vanos laterales al eje de apoyo correspondiente.
- Finalizado el proceso de avance en volados sucesivos se realiza el postensado final de "solidarización" de la estructura.
- Hasta este punto el puente cuenta con 19 m de ancho que se corresponden con el ancho de los carros de avance que se utilizan, por lo que se tienen las siguientes etapas:
    * Se ejecuta la porción de tablero faltante: 3.75 m a cada lado.
    * Se ejecuta el postensado transversal de la losa superior.
- Se finaliza la construcción con la colocación de la superestructura de la carretera: capas de rodadura, barreras New Jersey y barandas laterales.

Diseño estructural

Luego de adjudicado el proyecto se fraccionó el trabajo en distintas etapas:

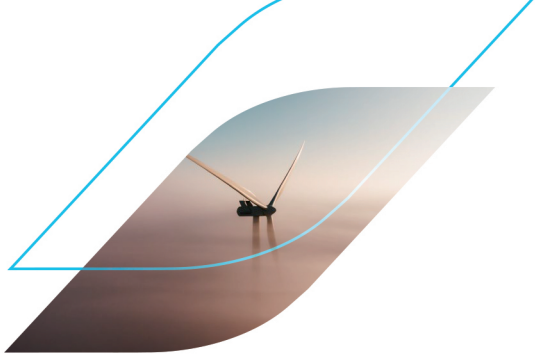
- **Etapa Inicial:** contempló la investigación normativa y bibliográfica, la generación de los criterios de diseño, el lanzamiento y realización de las campañas geotécnica, topográfica y estudios hidráulicos correspondientes.
- **Encaje Geométrico:** en base a números aproximados se estudia el problema en sus puntos principales para definir la geometría general.
- **Desarrollo del proyecto ejecutivo:** en base a lo estudiado previamente, y los intercambios con los auditores, se ajusta el básico y se desarrolla el proyecto ejecutivo sobre éste.

Con estas etapas comentadas se pretendió ir escalando en el nivel de detalle del proyecto, de las partes más generales y gruesas a lo más fino. En los apartados siguientes se comentan los puntos principales de cada etapa, así como los desafíos más importantes asociadas a ellos.

Sobre el encaje geométrico

Como inicio del proceso de producción de la estructura se realiza un estudio simplificado del puente para afinar sobre la geometría preliminar a nivel de anteproyecto de licitación.

www.electrosistemas.com.uy



Comprometidos con el futuro

Desde hace más de 30 años, nos dedicamos a realizar proyectos, obras y mantenimientos en las áreas de Energía y Telecomunicaciones, realizando también las obras civiles asociadas.

Operando desde 1994, tanto en el sector público como privado y con casi 300 colaboradores, trabajando, siempre, alineados a nuestros valores:

- **Confianza**
- **Responsabilidad**
- **Cumplimiento**
- **Profesionalismo**
- **Actitud positiva**

Energía & Telecomunicaciones

Obras
Mantenimiento
Servicios de Ingeniería

Alberto Zum Felde 1989
Montevideo, Uruguay.
T: (+598) 2613 8514
info@electrosistemas.com.uy

GESTIÓN DE LA CALIDAD
INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS - UNIT
CERTIFICADO Nº CS 155
UNIT-ISO 9001
ISO 9001:2008

GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS - UNIT
CERTIFICADO Nº SST 007
UNIT-ISO 45001
ISO 45001:2018

ELECTROSISTEMAS
Ingeniería & Construcción

También resulta importante tener un entendimiento básico del problema y generar unos primeros números gordos para las cargas, actuando sobre el esquema estático adoptado. En esta etapa se pretende trabajar con modelos simplificados y ágiles que permitan rápidas iteraciones entre alternativas, buscando concluir sobre una configuración final.

En primer lugar se realiza una definición básica de cantos de secciones y espesores de elementos. Esto permite tomar decisiones en cuanto a la luz central, su relación con las luces laterales, y un planteo inicial de secciones. Estas cuestiones se revisan en publicaciones y bibliografía específica que recoge experiencias mundiales ponderadas, parametrizadas en las principales variables del proyecto.

Posteriormente se procede a modelos y planillas simplificadas que validen o promuevan un ajuste en lo determinado inicialmente.

La consideración de la fluencia requiere una mención especial ya desde los análisis iniciales. Este tipo de estructuras nacen en una configuración isostática y van mutando a lo largo de su construcción por su modificación en la continuidad y apoyos. Con los modelos más precisos se tendrá modelada específicamente la parte evolutiva, desde la ejecución de las zapatas hasta el desempeño luego de años de operación, pero es menester contemplar estos efectos también a nivel de número gordos, ya que son significativos en el dimensionado. Para evaluar entonces los efectos de fluencia se realizan dos modelos solo con peso propio: el de la etapa inicial donde el puente se encuentra en voladizo; y de la etapa final donde el puente se vincula en la clave y apoya en la pila extrema. Este último modelo dará los momentos que se producirían si el puente hubiera sido constituido originalmente de esa forma.

Debido a los efectos de fluencia, el puente a largo plazo irá pasando del esquema isostático al esquema hiperestático, sin llegar a funcionar al 100% como este último debido a que la fluencia es asintótica. Existen modelos para estimarlo y particularmente en este caso fue adoptado el de Bažant & Jirásek (2018).

Es por esto que se estudian los siguientes casos:

(1) Flexiones máximas producidas por el peso propio del cajón en configuración isostática (M_I).

(2) Flexiones máximas producidas por el peso propio del cajón en configuración hiperestática (M_{II}).

(3) Flexiones producidas por el peso propio del cajón luego de la redistribución de momentos por fluencia ($M_F = x*M_{II}+(1-x)*M_I$, con x la redistribución por fluencia determinada a tiempo infinito).

(4) Flexiones máximas del resto de las cargas (tráfico, cargas permanentes, viento, pretensado hiperestático, entre otros) en configuración hiperestática.

Con esto se construyen los estados de análisis, a partir de una combinación lineal:

T-INI, flexiones máximas al finalizar la construcción y ante la "apertura al tráfico", para el que se supone una fluencia nula del peso propio del cajón. Se obtienen de combinar las flexiones del peso propio en configuración isostática con las del resto de las cargas: (4)+(1). Este estado arroja los **máximos momentos negativos**.

T-INF, flexiones máximas a tiempo infinito, suponiendo una redistribución total por fluencia. Se obtienen de combinar las flexiones del peso propio luego de la redistribución con las del resto de las cargas: (4)+(3). Esta configuración arroja los **máximos momentos positivos**.

Las principales conclusiones de esta etapa fueron:

- Altos desplazamientos transversales, que llevaron a:
    * Aumento del canto de la sección al centro del vano, por la poca rigidez torsional del planteo inicial de licitación.
    * Introducción de un postensado transversal, por las importantes luces de los volados laterales.
- Posible aumento de la luz central a 100 m, en parte gracias al aumento del canto mencionado.
- Posible aumento de las luces laterales a 60 m de la mano del punto anterior y para evitar levantamientos de los apoyos tipo POT.
- Estos dos aumentos de luces en el tramo de voladizos, en conjunto con un ajuste menor de las luces de vanos de aproximación, llevan a la eliminación de dos pórticos intermedios: una importante optimización.

Sobre el proyecto ejecutivo

Sobre la base de lo comentado en el apartado anterior se establecen acuerdos con los equipos auditores respecto a las definiciones preliminares. Es claro que durante el proceso del proyecto ejecutivo se deben ajustar algunas cuestiones pero se trata de ajustes menores, ya que la validación global permite una aproximación muy buena a la resolución del problema. De esta manera los modelos de barra y reológicos simplificados de la etapa anterior dan paso a un modelo evolutivo de elementos de área que considera de forma más exacta el calendario y contempla todas las ecuaciones constitutivas de los materiales involucrados, atacando los complejos problemas de reología, fluencia y deformaciones de forma afinada. Para esto se utilizan potentes softwares específicos que permiten resolver el problema evolutivo considerando las restricciones típicas del problema.

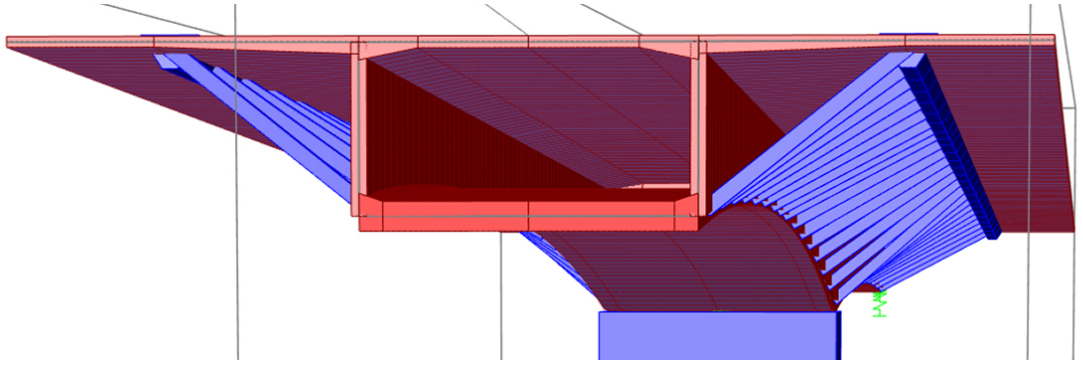


Imagen 3. Modelo para el proyecto ejecutivo: vista extruida del tablero.

Este modelo se realiza de acuerdo a un calendario de obra estimado pues es de gran importancia la edad del hormigón en cada etapa del proceso.

Esto también permite la introducción del postensado específico de cada etapa que se aplica sobre una configuración particular de la estructura (en los elementos ya construidos al momento del tesado) y con una consideración particular de rigidez de cada dovela (dependiente de la edad de cada una).

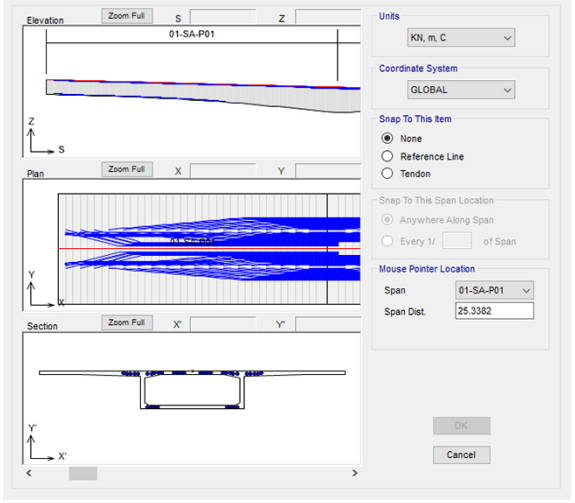


Imagen 4. Modelo para el proyecto ejecutivo: postensado longitudinal.

Por el grado de detalle, se trata una modelación muy aproximada a lo que efectivamente se va a ejecutar y tiene en cuenta todas las etapas del calendario de obras y vida útil de la estructura. La potencia y especificidad del software utilizado permite realizar una serie de verificaciones normativas dentro del mismo modelo, concentrando una gran cantidad de las tareas. Adicionalmente se realizan validaciones y verificaciones en softwares complementarios y cálculos externos.

Modelado BIM y representación gráfica

Para el modelado y la documentación se utilizó Revit y su programa de parametrización Dynamo. Dada la complejidad de la geometría del tramo de voladizos sucesivos se generó un script que modela la geometría de los cajones de manera precisa, gracias al intercambio de información entre Dynamo y Excel. Este intercambio facilita la interacción entre los distintos equipos que participan del proyecto, teniendo la información disponible y fácil de editar para todas las partes.

También se modeló la armadura en Revit lo que tiene como beneficio un cómputo preciso de kilogramos de acero empleados, longitudes de hierros y despieces de armadura. A la

vez permite un estudio de interferencias en los armados para poder identificar situaciones de manera rápida y sobre todo temprana de dichas interferencias, permitiendo anteponerse a muchos problemas que puedan llegar a surgir en obra.

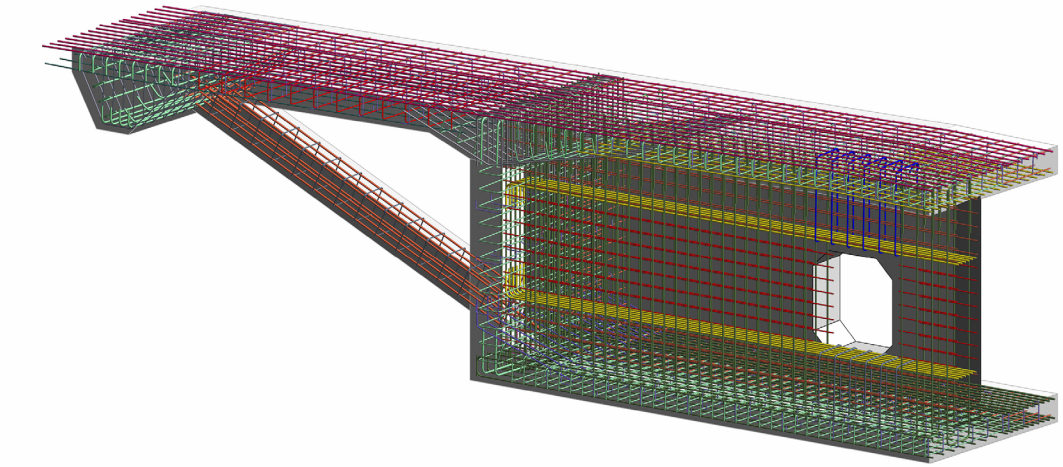


Imagen 5. Modelado de armaduras en Revit.

Todo esto genera un flujo de trabajo interno dinámico, gracias a la rápida generación de secciones, plantas y vistas, además de ser compatible con programas como Excel y "plugins" externos que ayudan a la interoperabilidad del equipo en el intercambio de información. Al modelar la geometría, armadura y pretensado en 3D se da un entendimiento global del proyecto y permite que las soluciones que se estiman sean precisas y rigurosas.

Estado actual del proyecto

Inicialmente se adecuaron los accesos por cada margen y se construyeron los caminos necesarios para llegar a las zonas inferiores del profundo valle.

En la actualidad se están desarrollando las primeras etapas de la obra con movimientos de suelo, ejecución de fundaciones y otros elementos de la infraestructura. Se comenzó por los extremos del puente y al momento se tienen ejecutados parcialmente los estribos y primeras zapatas. Se prevé que la obra transcurra en un plazo total de 18 meses, significando todo un desafío constructivo para los involucrados por la magnitud y complejidad de la misma.

Conclusiones

En un proyecto de esta magnitud fue de fundamental importancia organizar el esquema de colaboraciones, el equipo interno y las etapas intermedias de control.

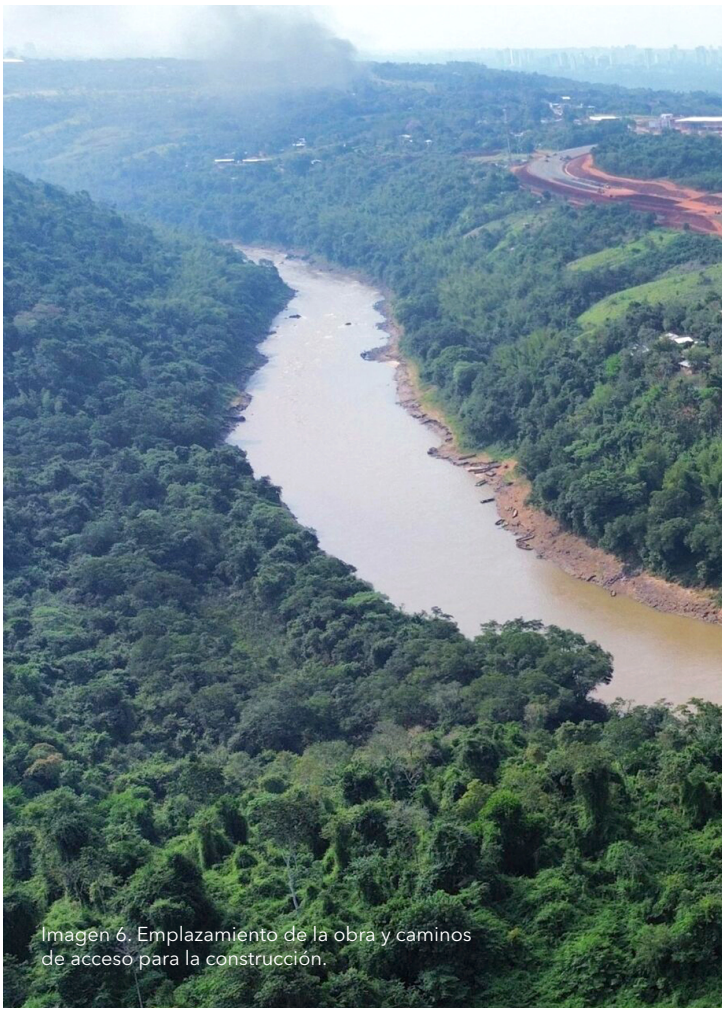


Imagen 6. Emplazamiento de la obra y caminos de acceso para la construcción.

Fue de gran utilidad contar con un espacio inicial que permitiera adquirir conocimiento en base al estudio bibliográfico y normativo. Estos se traducen en un buen cimiento para las etapas posteriores, tanto a lo que hace a la concepción estructural en sí como para la consulta de temas particulares.

Una vez establecidos los puntos de partida, es necesario dar lugar a la realización de números gordos que permitan definir o ajustar geometrías generales de la estructura. Esto evita cambios en etapas tardías del proyecto por incompatibilidad de la propuesta. Al mismo tiempo se genera una línea base para los esfuerzos principales, que de ahí en más oficiarán como control de los modelos más detallados y complejos.

Finalmente siendo un problema de compleja solución, se recurre a un estudio más detallado en que puedan quedar determinados con mayor exactitud los esfuerzos que gobiernan el problema, teniendo en cuenta las ecuaciones constitutivas de los materiales y el cronograma de obra. Estos análisis permiten definir con exactitud el postensado, evaluar los efectos globales y locales, y nuclear los cálculos y verificaciones en un único modelo completo.

En la determinación de interferencias, los modelos BIM son de gran relevancia en tanto permiten anticiparse a puntos de conflicto.

Durante la etapa de obra es necesario realizar un ajuste de los parámetros de los materiales y cronogramas, para alinear el modelo teórico y las estimaciones iniciales con las definiciones finales. Un control constante de la geometría y las deformaciones permitirá realizar ajustes en las contraflechas y el postensado conforme se avance, garantizando que se cumpla con la rasante esperada.

Para el equipo de RDA Ingeniería, que ha tenido oportunidad de trabajar en este proyecto, fue un desafío y un orgullo poder contribuir con nuestro conocimiento en tan emblemático proyecto.

Foto: Artwork sustainability low-carbon

Carga de vehículos eléctricos en AC

SISTEMAS ABB TERRA AC HASTA 22 kW

Autor
Ing. Agustín Labandera
Responsable de Segmento Infraestructura

(+598) 2400 8844
agustin.labandera@uy.abb.com
www.abb.com.uy

En ABB contamos con 130 años de experiencia en el liderazgo de tecnologías y con una cartera de productos de carga de AC y DC líder en el mundo para una movilidad segura, inteligente y sostenible.

Lideramos la construcción de un futuro libre de emisiones con sistemas de carga de vehículos eléctricos confiables e inteligentes, con más de 1 millón de cargadores de AC y 60.000 cargadores de DC suministrados.

El cambio del uso de vehículos convencionales a eléctricos aumenta significativamente la eficiencia en el uso de la energía y minimiza las emisiones de gases de efecto invernadero, con estimaciones de generar 70% menos emisiones durante su uso y un 50% menos que los vehículos de combustión en el total de su fabricación y vida útil.

La familia de cargadores de ABB se denominan ABB Terra y están disponibles desde sistemas de AC de 7,4 kW hasta sistemas de DC de 600 kW:

- Terra AC tipo wallbox hasta 22 kW en AC
- Terra DC WB 24 tipo wallbox hasta 24 kW en DC
- Terra Nova bidireccional V2G hasta 11 kW en DC
- Terra 54HV hasta 50 kW en DC
- Terra 94/124/184 modulares hasta 90/120/180 kW en DC
- Terra 360 hasta 360 kW
- Terra HP/HVC para vehículos pesados y flotas hasta 600 kW en DC con pantógrafo

Sistemas de carga en AC (corriente alterna)

Los cargadores de AC -o mal denominados "lentos"- son aquellos que gestionan la carga entregando al vehículo corriente alterna, donde la rectificación (AC/DC) se realiza a bordo del vehículo. Estos cargadores se encargan de manejar de manera segura y confiable el consumo de energía a través de identificación y

habilitación de usuarios, control de consumos, limitación de carga y registro de sesiones, entre otras funciones.

Nuestra serie de cargadores Terra AC ofrecen una completa familia de productos desde soluciones monofásicas de 7,4 kW hasta trifásicas de 22 kW de carga. Los equipos permiten conectarse tanto en 400V como en 230V, y los trifásicos pueden conectarse en redes monofásicas esperando futuras ampliaciones de las instalaciones.

Los productos disponen de frecuentes actualizaciones de firmware que permiten a los usuarios disfrutar de las nuevas funcionalidades disponibles a medida que continúa el avance de la tecnología.

Todos nuestros cargadores vienen equipados con conectores o cables Tipo 2, de acuerdo con el estándar utilizado en nuestro país, y es posible solicitarlos especialmente con conector Tipo 1.

Los equipos cuentan con protección electrónica de falla a tierra y se pueden configurar para trabajar en todas las redes con sistemas de puesta a tierra TT, TN-S, o IT.

Comunicación

Los cargadores tienen conectividad total. Están equipados con WiFi, Bluetooth, Ethernet RJ45, puerto USB y puerto RS485 para Modbus RTU. Es posible solicitarlos también con comunicación 4G.

Cuentan con comunicación OCPP 1.6J, por lo que están preparados para trabajar en redes de cargadores gestionados externamente.

Validación y gestión de usuarios

Para los cargadores de uso compartido la familia Terra AC incorpora un lector de tarjetas de acceso por RFID para la validación de las sesiones de carga.

Cargadores rápidos ABB Terra
Carga ultrarrápida
a tu disposición

ABB, partner oficial de la Formula E, es el proveedor de más de 100 picos de carga en DC de hasta 120 kW de la Red de Carga Eléctrica Nacional. **new.abb.com/ev-charging/es**

ABB

Es posible identificar todos los usuarios que utilizan el equipo, así como conocer la energía total consumida por cada uno de ellos y asignarles el costo a los consumos individuales. Esta solución es ideal para sistemas de carga compartidos entre usuarios, como estacionamientos compartidos, hotelería, supermercados o shoppings y es compatible con las tarjetas de UTE Movilidad.

Para los sistemas instalados en hogares se pueden validar las sesiones de carga a través de la aplicación ChargerSync. Desde ella es posible acceder a la información del cargador, configurarlo, actualizarlo y gestionar el consumo. La app es compatible tanto con Android como con iOS.

Protecciones

Los cargadores Terra AC ofrecen excelentes prestaciones de seguridad monitoreando subtensión y sobretensión, sobrecarga, cortocircuito, fuga a tierra electrónica, sobretemperatura, transitorios de sobretensión y monitoreo de sus relés. La precisa detección electrónica de fuga a tierra permite al equipo ser protegido con un diferencial tipo A sin necesidad de recurrir a los costosos diferenciales tipo B.

Control de carga

Una de las principales virtudes de los cargadores Terra AC es su capacidad de realizar un control de carga por grupo de equipos. Esta prestación permite minimizar la potencia contratada para el servicio y minimizar el costo mensual.

Es posible limitar la potencia entregada por un cargador único así como también controlar fácilmente la potencia total entregada por un conjunto de medidores en una misma instalación.

Esta prestación lo hace ideal para edificios residenciales, instalaciones comerciales o estacionamientos con muchos cargadores conectados desde un mismo suministro.

Conclusión

ABB es el principal fabricante de cargadores de vehículos eléctricos, cuenta con presencia en Uruguay desde hace más de 65 años y ofrece soluciones para todas las aplicaciones de carga de vehículos eléctricos.

Ya sea para realizar la carga en hogares, en supermercados o para flotas de vehículos, ABB tiene soluciones confiables que aportan valor al usuario, minimizan los costos y reducen el impacto ambiental.

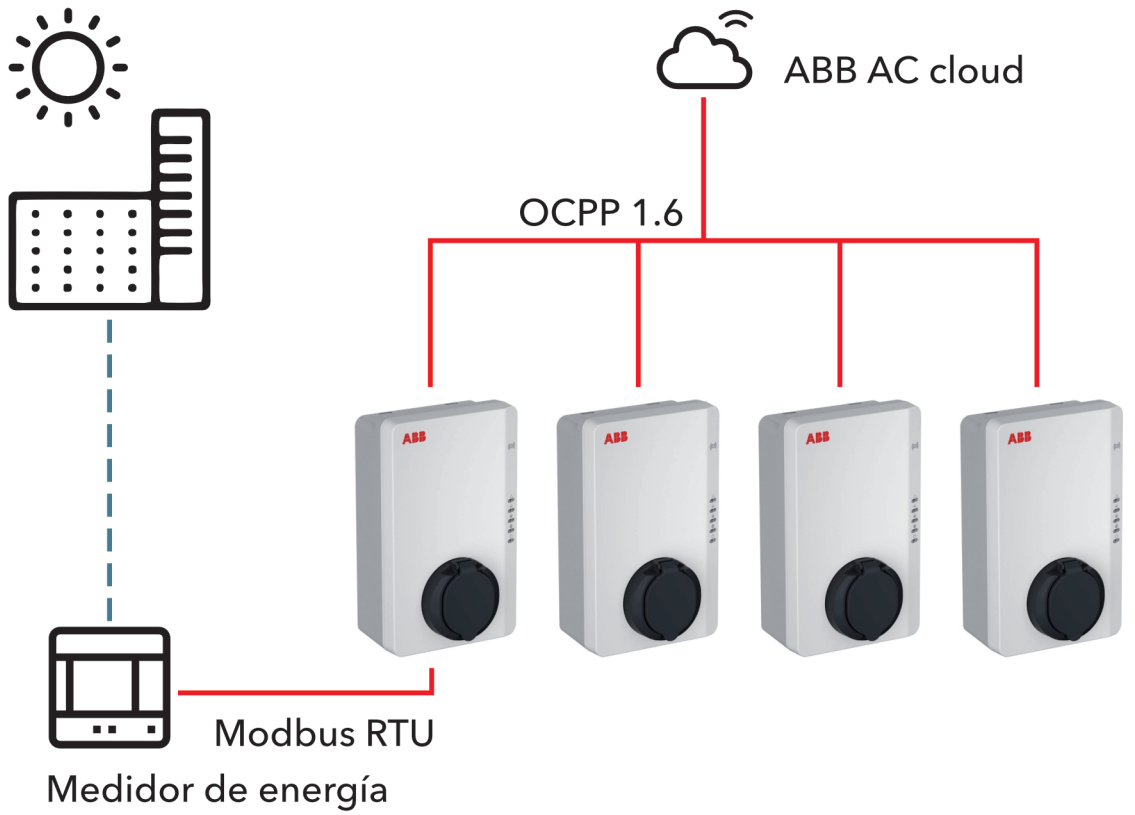


Foto: Who is Danny (freepik.es)

Systems Thinking aplicado a problemas complejos en Ingeniería

Autor
Ing. Civil Víctor Sposito Acquistapace
Profesor (Hon) Universidad ORT Uruguay;
Deakin University, Australia

1. Introducción - Qué es Systems Thinking[1]

Evolución de Systems Thinking - Systems Thinking (Pensamiento de Sistemas o Pensamiento Sistémico) no es una novedad de la época actual ya que algunas de sus ideas y conceptos se encuentran en obras clásicas de filosofía, física, sociología y biología - Checkland [1], Midgley [2]. En la década de 1940, tres corrientes complementarias de investigación y práctica adquirieron predominancia: (i) *"General Systems Theory"* - GST (Teoría General de Sistemas), (ii) *"Cybernetics"* (Cibernética) y (iii) *"Complexity Sciences"* (Ciencias de la Complejidad). En la literatura especializada se refiere a estas tres corrientes con el término genérico de *"Systems Sciences"* (Ciencias de Sistemas). El libro de Ramage y Shipp, Systems Thinkers [3] explica las contribuciones de los principales teóricos y practicantes en la evolución de Systems Thinking en la época contemporánea, incluyendo Ludwig von Bertalanffy y Geoffrey Vickers (GST); Norbert Wiener, Ross Ashby y Stafford Beer (Cibernética); e Ilya Prigogine y James Lovelock (Ciencias de la Complejidad). Varios de ellos recibieron Premios Nobel por sus contribuciones en distintos campos de investigación.

Distintas conceptualizaciones de Systems Thinking existen hoy en relación con lo que es y cómo se desarrolló. Puntos comunes de referencia se encuentran en las primeras elaboraciones pero, desde entonces, los enfoques se procedieron en múltiples direcciones reflejando diferentes cosmovisiones. De todas maneras, un consenso indica que Systems Thinking engloba perspectivas enfocadas en la conceptualización de problemas o *"problematic situations"* (situaciones problemáticas) en contextos de complejidad, incertidumbre y riesgo.

Systems Thinking es un conjunto de conocimientos y habilidades holísticas (sistémicas), analíticas (racionales) que se emplean en la identificación y comprensión de sistemas para predecir sus comportamientos y diseñar e implementar modificaciones a los mismos (o inventar nuevos sistemas) con la intención de producir efectos deseables.

Dos nociones fundamentales, que son a la vez omnipresentes y esenciales en todas las conceptualizaciones de Systems Thinking son: holismo al considerar la realidad percibida y racionalidad al enfrentar los problemas que existen en esa realidad. Holismo y racionalidad constituyen la plataforma de Systems Thinking - Sposito [4].

Holismo o sistémico - Systems Thinking emplea la noción de *"wholeness"* (totalidad), encapsulada en la palabra *"systems"* (sistema), para guiar nuestros pensamientos. Al investigar el comportamiento y las interacciones de los elementos que crean el problema o sistema

1. La mayoría de los libros y artículos sobre Systems Thinking son en inglés. Por lo tanto, en este artículo se introduce primero el término en inglés (entre comillas) seguido por mi traducción al español (entre paréntesis). Después, en la mayoría del texto, se utiliza solamente la versión en español del término. Excepciones a esta regla son la denominación de la nueva disciplina, Systems Thinking, y de las principales metodologías y métodos de sistemas (ver Sección 3 y Tabla 1).

en su totalidad, se pueden conseguir distintas conclusiones y/o soluciones que aquellas obtenidas a través de la aplicación del *"Scientific Method"* (Método Científico) - ver una excelente discusión del método en Godfrey-Smith [5].

"Sytems thinkers" (pensadores sistémicos) tienen la habilidad de concebir una abstracción de la realidad a efecto de formar una imagen de las interdependencias entre las partes que crean esa realidad. Un sistema surge de la interacción entre sus partes, las que se influyen mutuamente a través de complejas redes de relaciones. Una vez que el sistema surge, es la totalidad la que da sentido a las partes y sus interacciones - Jackson [6].

Un pensador sistémico percibe entonces una totalidad, y un sistema pierde sus propiedades sinérgicas si se le descompone en sus partes. La descomposición de las partes de un sistema o fenómeno en estudio, es la base de un enfoque reduccionista [2] [5]. Además, la comprensión de un sistema debe proceder del total a sus partes, es decir, un proceso de síntesis. Síntesis es entonces un aspecto crucial de Systems Thinking y el conocimiento emerge de la observación de cómo se comportan las entidades en su totalidad. Por lo que, Systems Thinking se denomina también la "ciencia de síntesis" - Hammond [7].

Racionalidad - Un pensador sistémico no es solo holístico en su visión ya que es también racional en el uso de metodologías y métodos (modelos y técnicas) para analizar y resolver los problemas percibidos en esa realidad. La expresión de esa racionalidad es el aspecto más fácilmente identificable en Systems Thinking.

2. Definiciones de sistemas

Un sistema es un conjunto complejo cuyo funcionamiento o propósito depende de sus partes y las interacciones entre ellas. La palabra función se emplea generalmente en relación con sistemas no-humanos mientras que la palabra propósito se emplea en sistemas humanos, aunque esta distinción no es absoluta - Meadows [8]. Específicamente:

Un sistema es un conjunto de objetos junto con las *relaciones* (o *interconexiones*) entre los objetos y sus atributos. Los objetos son simplemente las partes (elementos o componentes) de un sistema y las mismas son ilimitadas en variedad - **Figura 1**. Algunos sistemas consisten en *elementos físicos,* por ejemplo los planetas en el sistema solar, piezas en un motor o plantas en un ecosistema, estos son *sistemas reales*. Se consideran también como objetos, *elementos abstractos*, como ecuaciones matemáticas, leyes y regulaciones, y procesos, estos son *sistemas conceptuales*. Los elementos pueden ser representados por *"stocks"* (stocks o reservas) e interconexiones por *"flows"* (flujos) como en *"System Dynamics"* (ver sección 3). Las relaciones son las que conectan los elementos y crean (o forman) el sistema.

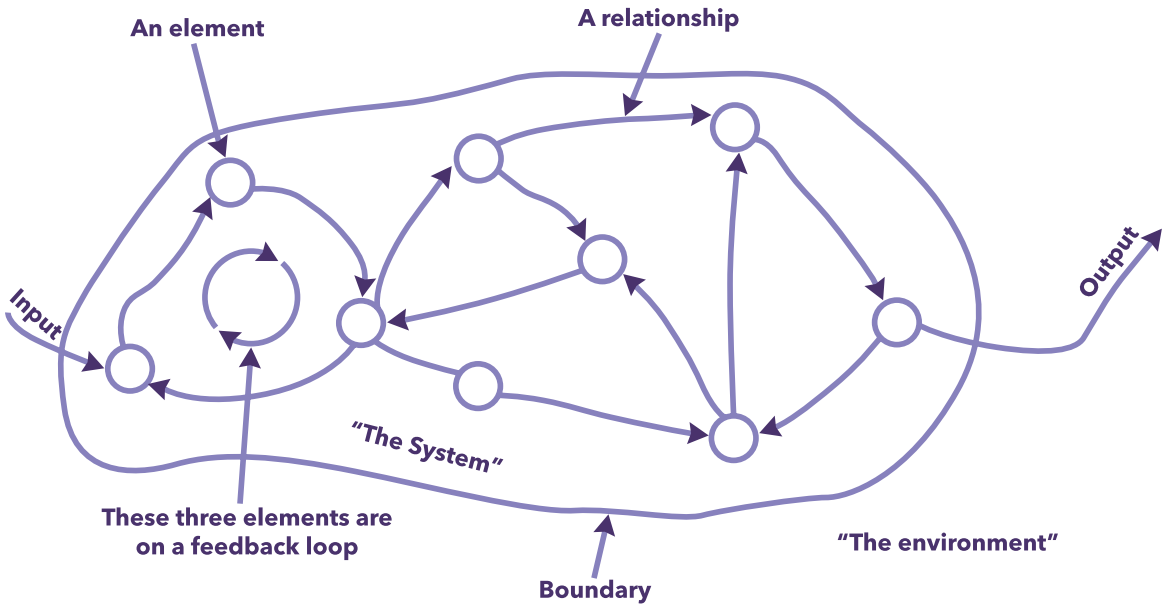


Figura 1. Estructura de un sistema genérico. Fuentes: [2] [8].

Todos los sistemas existen dentro de un *"environment"* (ambiente o contexto) y pueden clasificarse como abiertos o cerrados según los intercambios de información, energía o materia que establecen con su entorno. La frontera que delimita un sistema y lo separa de su ambiente se denomina *"boundary"* (límite). Un sistema está interconectado con su entorno y otros sistemas a través de inputs y outputs. A medida que las condiciones externas varían, estos reaccionan y se adaptan para mantener su 'existencia', especialmente cuando se enfrentan a situaciones riesgosas. Dado que la mayoría poseen una *complejidad infinita*, su análisis requiere una abstracción de la realidad. En consecuencia, estudiar todas las partes de un sistema, cada una de sus relaciones y todos los factores que influyen en su comportamiento resulta inviable.

3. Principios de Systems Thinking

"Systems Perspectives" / Perspectivas de Sistemas - Son conjuntos de ideas, estructuradas e interrelacionadas, que forman un todo cohesivo. Permiten hacer una interrogación completa de una situación problemática. Distintas perspectivas pueden proporcionar información y explicaciones contradictorias que son útiles para obtener una buena apreciación de la complejidad enfrentada - Jackson [9].

"System Methodologies" / Metodologías de Sistemas - *Metodología* refiere a los principios lógicos que gobiernan el uso de *métodos* (modelos y técnicas). Las distintas metodologías en Systems Thinking están basadas en diferentes suposiciones acerca del mundo (cosmovisiones) y cómo intervenir en el sistema en consideración para mejorar su comportamiento. *Una metodología no puede separarse ("detach") de la filosofía/teoría que la informa*. Sin embargo, *los métodos pueden separarse de la metodología dentro de la cual fueron formulados y con la que están originalmente asociados*.

Ejemplos de metodologías reconocidas y útiles en la práctica incluyen: (i) *"Systems Engineering"*, (ii) *"Vanguard Method"*, (iii) *"System Dynamics"*, (iv) *"Soft Systems Methodology"*, (v) *"Multi-methodology" / "Critical Systems Thinking"* y *"Systemic Intervention"*, (vi) *"Socio-Technical Systems Thinking"*, (vii) *"Organizational Cybernetics and the Viable System Model"*,

(viii) *"Strategic Assumption Surfacing and Testing"*, (ix) *"Interactive Planning"*, y (x) *"Critical Systems Heuristics"*. Todas estas metodologías, sus métodos y aplicaciones interesantes están explicadas en Jackson [6]. Por distintas razones, solo las primeras cinco son consideradas en este artículo.

"Multi-methodology" / (Multimetodología)
En la comunidad de Systems Thinking el argumento de que enfoques con multiperspectivas y multimetodológicos son esenciales para enfrentar/manejar complejidad multidimensional fue recientemente resuelto. Systemic Intervention (SI) (Midgley [2]) y Critical Systems Thinking (CST) (Jackson [9]) tuvieron una gran influencia en esa decisión transcendental. SI y CST proporcionaron la justificación teórica y guía en cómo aplicar las ideas en la práctica donde cada una de las metodologías y sus métodos tienen una función específica.

Multimetodología es el empleo de una combinación de metodologías (en forma total o solo de algunos de sus componentes) y los métodos asociados con ellas (modelos y técnicas) ya sea en investigación pura o en una intervención sistémica en la práctica.

Esto significa que podemos utilizar métodos originalmente formulados dentro de otras metodologías y reinterpretarlos a través de nuestra propia metodología. Lo que implica que si estamos empleando una metodología de sistema, métodos formulados fuera de los enfoques/perspectivas de Systems Thinking puedan ser empleados como parte de la intervención sistémica - Midgley, [2], p. 215. Esto proporciona una rica variedad de métodos que podemos usar en forma flexible respondiendo a las particularidades únicas del contexto, sistema y de la situación problemática analizada.

La **Tabla 1** presenta las metodologías seleccionadas en este artículo y sus principales métodos categorizados de acuerdo con la perspectiva adoptada y los distintos aspectos de complejidad que cada una considera. La traducción al español de los términos empleados en inglés (indicados en cursiva) es solo en relación con los aspectos más importantes y cuando la expresión en inglés es sustancialmente diferente de su traducción al español. Ver también Government Office for Science [16] un relevante "toolkit" (juego de herramientas) de algunos de los métodos mencionados en la tabla.

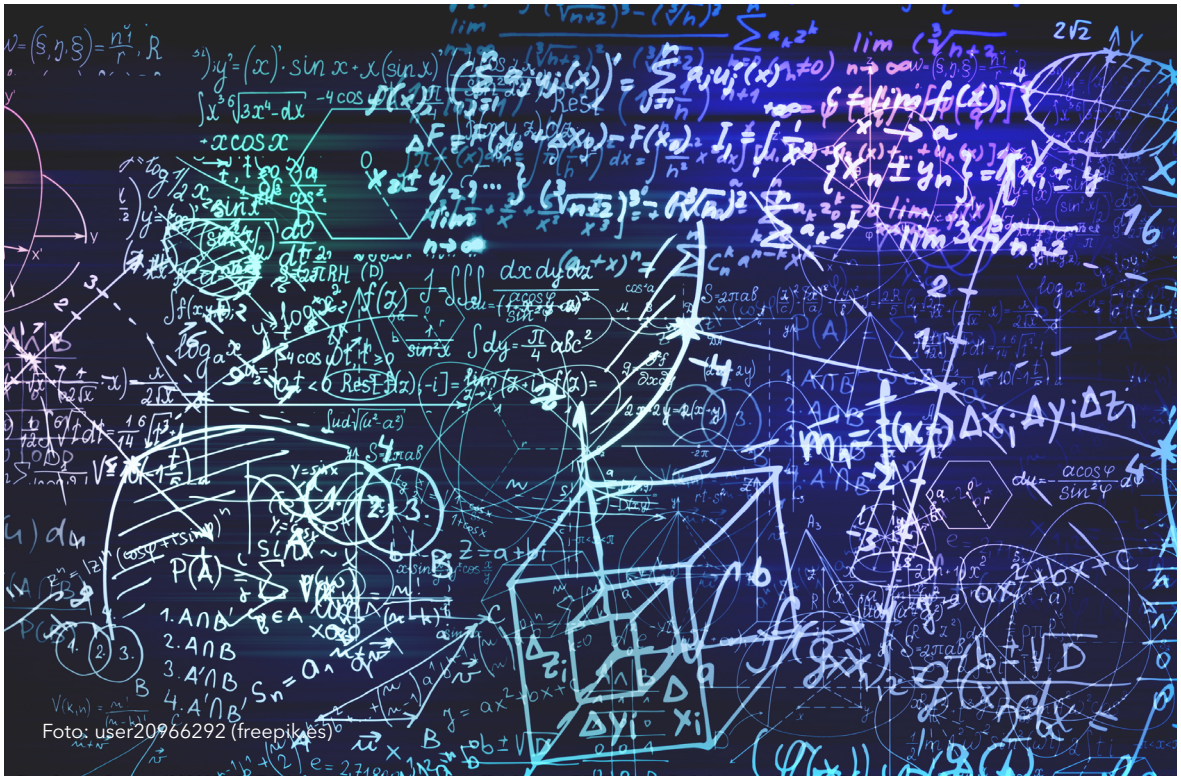


Foto: user20966292 (freepik.es)

Perspectivas de sistemas / Aspectos de complejidad	Metodologías de Sistemas	Principales Métodos de Sistemas	Referencias
Technical Complexity (Complejidad Técnica)	*Systems Engineering* (SE) - Metodología interdisciplinaria, integrativa y holística para el diseño, uso y retiro de sistemas exitosos "engineered" (ingenieriles) usando principios y conceptos de sistemas y métodos científicos, tecnológicos y de gestión. SE integra múltiples disciplinas en Ingeniería empleando un proceso estructurado que procede desde un concepto inicial a la construcción y operación del sistema.	• *Agent-Based Models* • *Cellular Automata* • *Computer simulations and testing* • *Monte Carlo Methods*	• INCOSE [10] • INCOSE [11]
Process Complexity (Complejidad Procesal)	*Vanguard Method* (VM) - Metodología para obtener cambios positivos en una organización (sistema) y su función; 3 etapas metodológicas: *investigar-plan-actuar*.	• *Demand analysis* • *Flow and capability charts* • *Systems and logic pictures*	• Seddon [12] • OECD [13] • Vanguard Software
Structural Complexity (Complejidad Estructural)	*System Dynamics* (SD) - Metodología para el modelaje de procesos complejos de "feedbacks" (bucles de retroalimentación) y la consideración de los impactos de cambios en las interrelaciones de un sistema.	• *Computer simulations and testing* • *Causal loop diagrams* - Identifican las relaciones causales y "feedbacks" para comprender los comportamientos de sistemas. • *Stock-and-flow diagrams* - Muestran la acumulación de material o información y su flujo en un sistema. • *System archetypes* - Son estructuras comunes de sistemas que producen comportamientos característicos de los mismos.	• Sterman [14] • Meadows [8] • Modelling Software - STELLA, *iThink*
People Complexity (Complejidad de Personas / Grupos)	*Soft Systems Methodology* (SSM) - Forma organizada de enfocar situaciones problemáticas. Metodología orientada hacia la acción y que organiza el pensamiento con relación a esas situaciones de tal forma que la acción (intervención sistémica) produzca mejoras en el sistema y/o situación problemática.	• *Rich Pictures* - Representación / visualización de una situación problemática. • *CATWOE* - *C* = customers (clientes / beneficiarios), A = actors (actores, agentes), T = transformation (transformación), W = worldview (cosmovisión), O = owners (propietarios de la intervención), E = environmental constraints (restricciones ambientales). • *Conceptual Purposive Activity Models* - Modelos conceptuales con propósito de las actividades en sistemas.	• Checkland [1] • Checkland and Poulter [15]

Multi-complexity, Multi-dimentional / Multi-methodology (Multicomplejidad, Multidimensional / Multimetodología)	*Critical Systems Thinking (CST) - Critical Systems Practice (CSP)* - Uso creativo de metodologías y métodos en combinación respondiendo a diferentes perspectivas de ser holístico. CSP promueve un enfoque holístico y pragmático adecuado al contexto de la situación problemática considerada. *Systemic Intervention* es acción con propósito por parte de un agente (individuo, grupo de personas, o una organización) a efecto de provocar cambio con reflexión en relación con los límites ("boundaries") del sistema.	• En principio, todos los métodos mencionados; en particular, los siguientes:
		  • *Boundary critique / questions* 12 preguntas claves que permiten determinar los límites ("boundaries") y acotar, el sistema y la situación problemática.
		  • *Rich Pictures* - Representación / visualización de una situación problemática.
			• Jackson [9]
			• Midgley [2]

Tabla 1. Sistemas - perspectivas, metodologías y métodos. Fuente: autor del artículo.

Interesantes ejemplos que demuestran la variedad de aplicaciones en la práctica de las metodologías y métodos de Systems Thinking son:

- *Systems Engineering* - Tratamiento y manejo de aguas y restauración ambiental del Río Segura en Murcia, España; Rodena y Jackson [17].
- *Vanguard Method* - Mejoras en el sistema de viviendas en el norte de Inglaterra; OPDM [18].
- *System Dynamics* - Impacto y adaptación al cambio del clima en regiones costeras; Woodruff et al. [19].
- *Soft Systems Methodology* - Manejo de un recurso global crítico (fósforo); Cordell [20].
- *Systemic Intervention / "Boundary Critique"* Proyecto sobre seguridad alimenticia en UK; Helfgott, Midgley [21].
- *Critical Systems Practice* - Mejora en la cadena de producción y suministro de arroz; Elyasi, Teimoury [22].

4. Aplicación de Systems Thinking en un dominio genérico

La cuestión es ahora como se puede aplicar Systems Thinking a una situación problemática en un dominio genérico. Basado en los últimos adelantos en Systems Thinking (mencionados en la sección 3), en lugar de emplear metodologías establecidas y usar los métodos tradicionalmente asociados con ellas, podemos descomponerlas en la práctica en sus componentes y crear nuestra metodología. La selección de métodos depende del propósito del estudio, las filosofías/teorías en las que están basadas y los resultados alcanzados con ellos en intervenciones previas. Una vez que los métodos son elegidos y organizados en un conjunto coherente, el proceso de intervención en el sistema puede comenzar. La **Figura 2** muestra la multimetodología formulada por el autor de este artículo basada en Jackson [9], complementado con ideas y conceptos de Midgley [2], que consiste en cuatro etapas interrelacionadas.

Figura 2. Multimetodología para intervenciones sistémicas. Fuente: adaptado de [9] [2].

Etapa 1 - Explorar la situación problemática. El comprender situaciones complejas no es sencillo ya que exhiben características VICA - volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad. Esto está frecuentemente agravado por conflictos entre las personas, grupos y organizaciones interesadas en la intervención *("stakeholders")*. Dos métodos apropiados para la determinación de los límites y *"stakeholders"* son *"Rich Pictures"* y *"Boundary Critique"*. Boundary Critique permite también establecer las condiciones para juzgar las mejoras (si alguna) generadas por la intervención (Etapa 4).

La primera etapa concluye con la identificación de los problemas primarios y secundarios. Los problemas primarios son los más importantes y requieren atención urgente. Puesto que no podemos hacer todo al mismo tiempo, los problemas secundarios son aquellos no considerados para acción inmediata. De todas maneras deben ser mantenidos en la mente ya que pueden adquirir una mayor importancia más tarde en la intervención.

Etapa 2 - Formular una estrategia para la intervención sistémica. Esta etapa es la de mayor importancia. Se seleccionan aquí la metodología a emplear o componentes de varias metodologías (multimetodología), y los métodos para responder a las características únicas del contexto, sistema y situación problemática. Esto no es simplemente una cuestión de *"stiching"* (coser) los varios métodos en forma aditiva, ya que una sinergia debe generarse que permita que todos los objetivos de la intervención holística puedan ser considerados - Midgley [2], p. 241. Esto obliga al pensador sistémico a tener un buen conocimiento de las principales metodologías de sistemas y sus métodos - ver la sección anterior, especialmente la **Tabla 1**.

Una vez que la (multi)metodología y sus métodos son establecidos, el programa de la intervención y los recursos necesarios pueden determinarse y procurarse.

Etapa 3 - Intervenir en forma flexible. La intervención comienza siguiendo las fases establecidas en la etapa anterior. En el mejor de los casos, la metodología adoptada y sus métodos resolverán todos los problemas identificados. Muy posiblemente la situación problemática puede cambiar o se establecen nuevas prioridades, o surjan nuevos problemas primarios y secundarios. La clave de una intervención exitosa es entonces el permanecer alerta a los cambios, especialmente aquellos que ocurran como resultado de la propia intervención. Consecuentemente las Etapas 1 y 2 tienen que ser revisitadas durante el curso de la intervención y, si es necesario, la Etapa 1 o la Etapa 2 o ambas deben ser repetidas. Eventualmente, limitaciones en el uso de recursos y tiempo, éxito, fracaso u otros factores ocasionan el fin de la intervención. Es entonces apropiado evaluar lo que se ha logrado y aprendido, y considerar qué hacer después.

Etapa 4 - Evaluar el progreso de la intervención sistémica. La intervención tiene que ser evaluada de acuerdo con las condiciones de éxito establecidas en la Etapa 1, posiblemente por la aplicación de *"Boundary Critique"*. El término *"improvement"* (mejora) tiene que ser definido en forma local ya que distintos actores (o agentes) pueden usar distintas *"boundaries"* (límites) y lo que aparece como una mejora para un actor puede ser lo opuesto para otro. De acuerdo con Midgley ([2], pp. 130-131), podemos decir que *"sustainable improvement"* (una mejora sostenible) fue lograda cuando la mejora: (i) fue obtenida por la intervención, y (ii) parece que la mejora perdurará en un futuro indefinido sin tener consecuencias negativas. Esta noción es importante ya que el número de intervenciones que pueden efectuarse es limitado y, por lo tanto deben tomarse decisiones en relación con lo que puede y no puede hacerse. Distintos métodos de evaluación asociados con las varias metodologías de sistemas están explicados en Jackson ([9], Capítulo 8).

Los participantes en la intervención deben también reflexionar sobre lo que se ha aprendido, la validez de la metodología y los métodos empleados. Este conocimiento debe ser documentado para utilizarlo en futuras intervenciones. Finalmente deben determinarse los próximos pasos. Por ejemplo, ¿se empieza un nuevo ciclo de la intervención, como ilustra el bucle de retroalimentación entre Etapas 4 y 1 en la Figura 2?

5. Aplicación de Systems Thinking en Uruguay

Evaluación del desarrollo sostenible en productores agropecuarios - Marcela Marques en su tesis de Master of Science (Research) en la Universidad Deakin, Australia [23], estudió la implementación de un sistema de evaluación del desarrollo sostenible de productores ga-

naderos familiares en Uruguay rural aplicando Systems Thinking. La investigación fue parte de un proyecto institucional de coinnovación que incluyó Universidad de la República (UdelaR), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Instituto Plan Agropecuario (IPA), desarrollado entre 3/2017 y 3/2021 [24]. Los propósitos del proyecto incluyeron el fortalecimiento de las capacidades individuales y colectivas, y mejora de los procesos de toma de decisiones. El estudio se enfocó en cinco grupos de productores ubicados en las áreas de influencia de las Sociedades de Desarrollo Rural "San Carlos", "Las Cañas" y "Garzón", parte de una región más extensa denominada "Sierras del Este" en el Departamento de Maldonado. Se aplicaron varios métodos en un enfoque multimetodológico integrando Rich Pictures y Boundary Questions - ver las publicaciones mencionadas. Notar que una Rich Picture puede ser dibujada a mano.

La producción de los establecimientos estudiados se centra en la ganadería extensiva en pasturas naturales, con baja rentabilidad relativa lo cual es en parte una consecuencia de la falta de aplicación de las nuevas técnicas disponibles. Esto puede ser parcialmente explicado porque en la zona (por sus características sociodemográficas y topográficas) no se han integrado modelos de modernización agropecuaria, donde se mantiene no solo el uso histórico del suelo sino también métodos tradicionales de producción. La falta de modernización puede ser considerada como una desventaja o como una oportunidad para la introducción de modelos sociotécnicos alternativos, basados en la escala de producción, uso sostenible de energía y productos químicos, y apertura de nuevos mercados. En este contexto el proyecto institucional recomendó la creación de nuevos espacios para la promoción y el empleo de asistencia técnica, una mejor integración de los actores en los grupos y sociedades en la región "Sierras del Este", y la introducción de procesos de coinnovación que comienzan con la planificación al nivel del establecimiento [23] [24] [25].

Innovación en el sector hortofrutícola - Recientemente Marcela Marques, en colaboración con Alejandro Pizzolon y Jorge Álvarez, docentes de FAGRO UdelaR, aplicó Systems Thinking en el análisis de la innovación en el sector hortofrutícola de Uruguay [26]. Buscando ilustrar la riqueza y variedad de percepciones de acuerdo

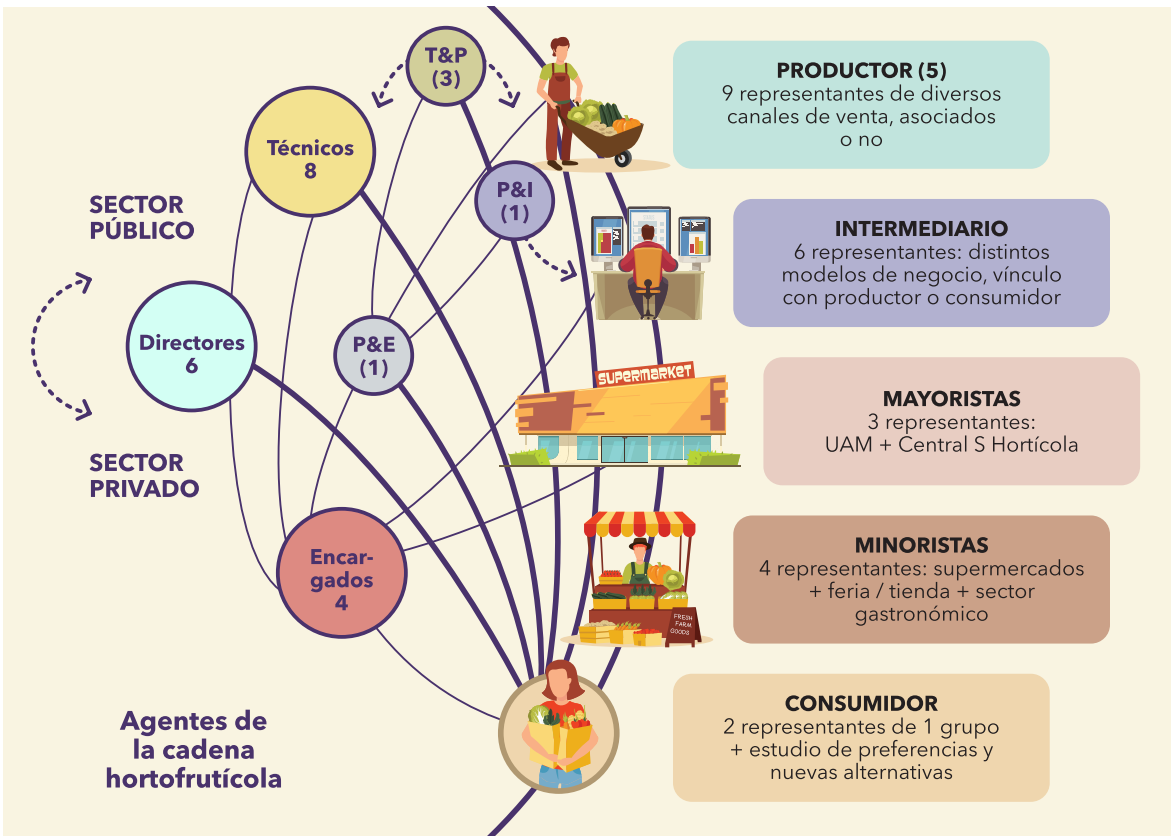


Figura 3. Visualización holística / esquema de los actores envueltos en la investigación. Fuente: Marques et al. [26].

con *Soft Systems Methodology* (Checkland [1] [15]) y *Systemic Intervention* (Midgley [2]), la información fue obtenida principalmente a través de la participación de diversos agentes (o actores) de la cadena hortofrutícola: productores, comerciantes, intermediarios, consumidores, técnicos privados y públicos. Se emplearon entrevistas con cuestionarios semiestructurados y talleres participativos, complementados con material bibliográfico pertinente. Participaron 48 actores representantes de diversas organizaciones, con distintos años de experiencia, distintos roles en la cadena hortofrutícola y vinculados a diferentes tipos del sistema de comercialización - **Figura 3**.

La visualización muestra un contexto y sistema complejos donde se notan las interacciones y los roles compartidos, algunos agentes ocupan más de un rol (por ejemplo, el de productor e intermediario, o técnico y productor), comercializan empleando más de una "forma" y ofrecen más de un "tipo de producto o servicio" y más de un "destino de comercialización". El investigador se considera como un participante más en la intervención sistémica. La visualización ayudó a construir una visión holística de la situación problemática facilitando la comprensión de las circunstancias comerciales para las frutas y verduras y otros productos granjeros (miel, quesos artesanales y similares) en el Uruguay rural.

Dentro de la diversidad de temas tratados se analizó la noción de innovación y cómo se posicionan los participantes con respecto a ella. Se discutieron también canales comerciales tradicionales para productos agrícolas, particularidades del consumo uruguayo e innovaciones, como canales alternativos de venta y gestión colaborativa entre los productores. En particular se consideraron las innovaciones introducidas debido a la crisis de la pandemia Covid-19 en 2020, los desafíos planteados por el cambio climático y la idea de agregar valor, incluyendo el concepto de "valorización integral". Valorar integralmente es tener en cuenta la diversidad de objetivos de cada proyecto, poniendo en un primer plano a las personas que lo integran y dirigiendo las acciones mediante el reconocimiento del territorio, no sólo como soporte económico sino también por sus dimensiones "inmateriales" vinculadas al desarrollo de una cultura propia. La **Figura 4** muestra algunos de los ejes temáticos considerados en el estudio.

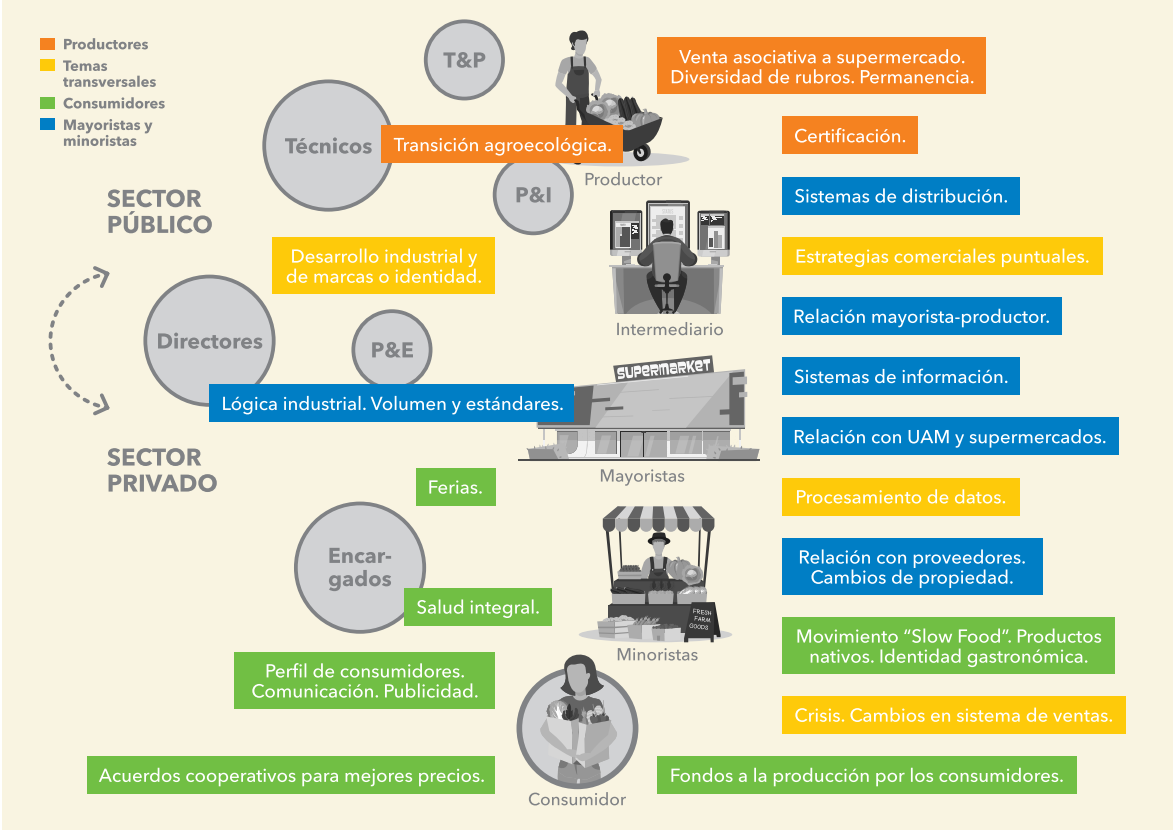


Figura 4. Visualización / representación de los ejes temáticos discutidos en la investigación. Fuente: Marques et al. [26]

6. Conclusión

En las últimas décadas reconocidos científicos, filósofos, historiadores en ciencia y practicantes en múltiples disciplinas proporcionaron ímpetus para, y los fundamentos de, un novel paradigma de investigación y práctica denominado Systems Thinking, que tiene ahora una historia intelectual y práctica bien establecida.

Avances teóricos y prácticos en Systems Thinking han ocurrido últimamente en relación con *multimetodología* - combinación de metodologías (posiblemente de distintos paradigmas) y métodos (modelos y técnicas) en una intervención sistémica. Un enfoque multimetodológico se está transformado hoy en la norma en diversas disciplinas para enfrentar complejos problemas multidimensionales, tanto en la práctica como en la investigación. Indudablemente esto abre importantes posibilidades para resolver situaciones problemáticas y asistir en el diseño de sistemas en múltiples campos, especialmente en todas las ramas de Ingeniería. Al presente hay disponibles una rica variedad de metodologías y métodos en Systems Thinking que los ingenieros pueden emplear en forma flexible en sus gestiones, respondiendo a las particularidades únicas del contexto, sistema y de la situación problemática analizada.

Adaptando las palabras del filósofo español José Ortega y Gasset [27], *Systems Thinking es una idea movilizadora cuyo tiempo ha arribado.* El desafío es entonces para todos los ingenieros el utilizarlo en la práctica diaria.

Referencias

[1] P. Checkland. 1981/2006. Systems Thinking, Systems Practice. 2nd edition, Reprinted in 2006 with a 30-year Retrospective by P. Checkland. Wikley, Oxford.

[2] G. Midgley. 2000. Systemic Intervention - Philosophy, Methodology, and Practice. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York.

[3] M. Ramage, Shipp, K. 2009. Systems Thinkers. Springer, London.

[4] V. A. Sposito. 2021. Systems Thinking - Foundations, Perspectives, Methodologies, Methods, and Practice. Deakin University, Melbourne.

[5] P. Godfrey-Smith. 2009. Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science. University of Chicago Press, Chicago.

[6] M. C. Jackson. 2019. Critical Systems Thinkings and the Management of Complexity. Wiley, Oxford.

[7] D. Hammond. 2019. The Science of Synthesis: Exploring the Social Implications of General Systems Theory. University of Colorado Press, Boulder.

[8] D. H. Meadows. 2008. Thinking in Systems - A Primer. Edited by Diana Wright. Chelsea Green Publishing, London.

[9] M. C. Jackson, 2024. Critical Systems Thinking: A Practitioners' Guide. Wiley, Hoboken.

[10] INCOSE - International Council on Systems Engineering. 2019. Systems Engineering and Systems Definitions. TP-2020-002-06 | 22 July 2019. Online: www.incose.org

[11] INCOSE - International Council on Systems Engineering. 2023. Systems Engineering Handbook. Online: www.incose.org. Ver también: INCOSE. Systems Engineering Handbook - A Guide for Systems Life Cycle Processes and Activities, Version 5

[12] J. Seddon. 2005. Freedom from Command and Control: A Better Way to Make the Work Work. 2nd. Edition. Vanguard Press, Buckingham.

Ingeniero Tangari S.A 65 AÑOS DE TRABAJO CONTINUADO Y EXITOSO EN INGENIERIA.
Todo supervisado por ingenieros especializados.

ENSAYOS NDT: RADIOGRAFIAS, ULTRASONIDO, PM, METALOGRAFIAS, CORRIENTES INDUCIDAS,

- **Soldadura** calificaciones procedimientos y soldadores , inspecciones, cursos.
- **Calibraciones** presión, temperatura, torque, flujo, tensiómetros, fuerza.
- **Peritajes** fallas, roturas y accidentes en estr. hormigón, acero y edificios.
- **Calderas** inspecciones, reparaciones, habilitaciones, mejoras vida y rendimientos
- **Termografías** aplicaciones eléctricas, mecánicas y edificios.
- **Balanceos** análisis vibraciones.
- **Alineación** láser.
- **Cables acero** y otros, inspecciones electromagnéticas, detección fallas.
- **Edificios** detección fallas, ubicación hierros.
- **Humedades** detección y reparaciones.
- **Hormigones** controles calidad y fallas por ultrasonido.

SERVICIO 24 HORAS www.ingenierotangari.com.uy Tel: 2622 1620 / 094 21 80 80 Luis A. de Herrera 1108

[13] OECD. 2017. Systems Approaches to Public Sector Challenges: Working with Change. OECD Publications, Paris.

[14] J. Sterman. 2000. Business Dynamics - Systems Thinking and Modelling for a Complex World. Irwin/McGraw-Hill, New York,

[15] P. Checkland, J. Poulter. 2006. Learning for Action - A Short Definitive Account of Soff Systems Methodology and its use for Practitioners, Teachers and Students. Wiley, Chichester.

[16} Government Office for Science. 2022. Systems Thinking: An Introductory ToolKit for Civil Servants. Government for Science, UK, online.

[17] M. A. Rodenas, M. C. Jackson. 2021. Lessons for systems engineering from the Segura River reclamation project: A Critical systems analysis. Systems Research and Behavioral Science, 38:368-376. DOI: 10.1002/sres.2789.

[18] ODPM. 2005. A Systematic Approach to Service Improvement: Evaluating Systems Thinking in Housing. ODPM Publications, London.

[19] S. Woodfuff. T. K., BenDor, A. L. Strong. 2018. Fighting the inevitable: Infrastructure investment and coastal community adaptation to sea level rise". Systems Dynamics Review 32(1-2): 44-77.

[20] D. Cordell. 2008. Phosphorous, food and 'messy' problems: A systemic in inquiry into the management of a critical global resource. Edith Cowan University, Australia.

[21] A. Helfgott, G. Midgley. 2020. Exploring Boundaries in Food Systems Research: Implications for Projects on UK Food Security. The Global Food Security Programme, Swindon, UK.

[22] A. Elyasi, E. Teimoury. 2023. Applying critical systems practice meta-methodology to improve sustainability in the rice supply chain of Iran. Sustainable Production and Consumption 35: 453-468.

[23] M. Marques. 2020. Implementation of an evaluation system for the sustainable development of family farmers in the East of Uruguay. Master of Science (Research) in Sustainability, Deakin University, Australia, Universidad de la República, Uruguay.

[24] J. Álvarez, P. Areosa, C. Molina, N. Rodríguez, P. de Hegedus. 2018. Caracterización del sistema de innovaciones para la ganadería familiar en la región de las Sierras del Este de Uruguay. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable, 2(3): 80-90. Online: DOI.10.25127/ops.20182.398.

[25] M. Marques, J. Álvarez, V. Sposito, N. Rodríguez. 2020. Implementation of a referential framework to evaluate the sustainable development of family farmers in the Southeast of Uruguay. Agrociencia Uruguay, 25(2): Artículo 414. Online: https://agrocienciauruguay.uy/index.php/agrociencia/article/view/414

[26] M. Marques, A. Pizzolon, J. Álvarez. 2023. A soft systems approach for innovation in the fruits and vegetables market in Uruguay. Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate, 14(1). doi:10.18472/SustDeb.v14n1.2023.47425.

[27] J. Ortega y Gasset. 2015. Misión de la Universidad. Cátedra Ediciones Grupo Anaya, Madrid.

Foto: Autonomus Vehicle Sensor Technology Development (getcruise.com)

Vehículo Autónomo Eléctrico: Introducción a la sociedad uruguaya

SEGUNDA ENTREGA

Autora
Mag. Ing. Darling Olano Schüsselin

Esta publicación basada en mi trabajo de investigación de tesis de Maestría en Gestión de la Innovación año 2023[1], se refiere a la introducción en la sociedad uruguaya del Vehículo Autónomo (VA), en particular terrestre y eléctrico.

Dado que el contenido de la investigación es extenso, haré entregas parciales por este medio, ésta es la segunda de ellas.

El estado del arte de la gestión de la introducción en la sociedad uruguaya del vehículo autónomo supone una investigación que busca conocer y analizar los aspectos técnicos, legales, sociales y económicos que influyen en la adopción y el uso de esta tecnología en el Uruguay.

El estado del arte de la Introducción de los vehículos autónomos en la sociedad uruguaya se describe mediante un modelo de innovación abierta.

Previamente, ¿qué es innovación abierta?

Para esto es necesario definir en qué consiste el modelo de innovación cerrada. Es el modelo donde los procesos de I+D se desarrollan en el interior de la organización y los productos son elaborados y comercializados en la propia organización.

El éxito en la innovación resulta del control interno del proceso completo, impidiendo que el conocimiento pudiera trascender las fronteras de la organización, de esta forma al no participar personas o entidades externas a la organización se evita el beneficio de éstos.

Es decir, todos los procesos se realizan en el interior de la organización, quedan excluidos y desechados los proyectos que necesitan otras formas de gestión.

Este modelo de innovación cerrada se utilizó en el siglo XIX teniendo bastante éxito, prolongándose hasta fines de siglo pasado, donde empezó a quedar poco aplicable, pues comenzaron a surgir factores como los equipos humanos con alto conocimiento y gran movilidad.

Entonces cuando un proyecto no era posible desarrollarlo dentro de la organización, la persona involucrada con el mismo era capaz de realizar el proyecto por su cuenta fuera de la misma.

Todo esto hizo que el modelo de innovación cerrada quedara obsoleto.

En este contexto comienza a surgir un cambio de paradigma, estableciéndose el modelo de innovación abierta.

La innovación abierta se define como la utilización por la organización del conocimiento que

1. "Vehículo autónomo eléctrico: Introducción en la sociedad uruguaya".

ingresa y egresa de ésta, con el fin de acelerar la innovación interna y promover la utilización externa de ésta, a la vez que se expande el mercado para tal fin.

En la innovación abierta las organizaciones pueden y deben hacer uso del conocimiento interno, así como el externo, tal que para desarrollar su tecnología deben utilizar los diferentes medios de acceso al mercado.

Mediante este modelo de innovación es posible acceder al conocimiento externo y encontrar otras formas (o nuevas formas) de realizar las cosas y es posible generar soluciones basadas en la flexibilidad.

El término "innovación abierta" fue establecido formalmente por primera vez por Henry Chesbrough (profesor de la Universidad de Berkeley y un veterano de Silicon Valley) en el año 2003, aunque ya existían trabajos que describían los procesos de innovación, así como la captación de valor desarrollados por las organizaciones.

Por otra parte, dentro de los muchos autores que se refieren al paradigma de innovación abierta se destaca Mark Dodgson (profesor emérito la Universidad de Queensland en Australia), quien pone de relevancia la importancia de las tecnologías de la información en la implantación de modelo de innovación abierta. En la mayoría de los casos resulta ser un modelo mixto.

La innovación abierta se puede dar mediante crowdsourcing de Ingeniería o mediante ecosistemas. También se pueden dar casos mixtos entre las dos formas.

En el caso de innovación abierta a través de crowdsourcing de Ingeniería, los Ingenieros son los que aportan soluciones técnicas para resolver problemas y desafíos en los proyectos de innovación tecnológica.

Es por esto que la innovación abierta a través del crowdsourcing de Ingeniería es una herramienta muy útil en la obtención de resultados en los proyectos de innovación tecnológica.

Con el crowdsourcing de Ingeniería es posible acceder a profesionales y organizaciones de tecnología con conocimiento global, transversal y multidisciplinario.

La innovación abierta y el crowdsourcing de Ingeniería colaboran en el aprovechamiento de las oportunidades del cambio tecnológico y las convierte en una ventaja competitiva.

En el caso de innovación a través de ecosistemas corresponde a la creación de hubs con redes o comunidades, trabajando en una tecnología, proyecto u objetivo común, orientado a la obtención de resultados. Los miembros aportan conocimientos especializados en un tema concreto, se da la transferencia de conocimiento entre los componentes de los ecosistemas.

¿Cómo aplica este modelo en la introducción de vehículos autónomos en la sociedad uruguaya?

Características generales

En el caso de la innovación "Introducción de Vehículo Autónomo Eléctrico en la sociedad uruguaya" se trata una innovación abierta a través de ecosistemas conjuntamente con crowdsourcing de Ingeniería.

Al utilizar el modelo de innovación abierta se pueden obtener beneficios, algunos de ellos:

- Se accede a conocimiento, talento y tecnología externos para complementar lo interno, se genera valor compartido y sostenible. Unificando estos conocimientos es posible acelerar los procesos de innovación.
- Facilidad en la explotación de los resultados de la innovación, las organizaciones pueden colaborar con otras entidades y actores externos (clientes, proveedores, universidades), comercializar productos y servicios.
- Aumenta el nivel de calidad y velocidad de la innovación y el desarrollo, debido a la colaboración con agentes externos.
- Se accede a más ideas, tecnologías y se reducen costos y la incidencia de riesgos.
- Mejora la competitividad con productos y servicios que cumplen las expectativas de los clientes.
- Se crean relaciones de confianza con los actores con los que se vincula la organización contribuyendo al desarrollo social y ambiental.
- Se generan beneficios sociales, económicos, ambientales, puesto que las organizaciones pueden satisfacer las expectativas de los clientes y de la sociedad, con soluciones más efectivas y sostenibles.

Dentro del modelo de innovación abierta, se analizan los aspectos siguientes:

La definición y clasificación de los vehículos autónomos según su nivel de automatización SAE.

Recordemos que los vehículos autónomos se clasifican de acuerdo a su nivel de automatización según la escala SAE, como se muestra en la Tabla 1.

SAE	0	1	2	3	4	5
	Conductor humano: monitorea el ambiente y la conducción.			**Sistema de conducción automático: monitorea el ambiente de conducción.**		
	No automatización	**Asistencia al conductor**	**Conducción automática parcial**	**Conducción automática condicional**	**Conducción automática elevada**	**Conducción automática completa**
VEHÍCULO	El conductor realiza constantemente todos los aspectos dinámicos de la conducción. Ningún sistema interviene, únicamente los que advierten al conductor.	El sistema puede realizar el manejo o la aceleración / frenado. El conductor tiene que encargarse continuamente de la otra actividad.	El sistema realiza ambas actividades de aceleración / frenado, en caso de uso definido.	El sistema realiza ambas actividades de aceleración / frenado, en caso de uso definido. Tiene capacidad de reconocer sus limitaciones y notificar al conductor.	El conductor puede delegar el manejo completo al sistema en caso de uso definido.	El sistema puede asumir el manejo completo en todos los casos.
CONDUCTOR	El conductor tiene que monitorear constantemente la conducción.	El conductor tiene que monitorear constantemente la conducción. Tiene que poder asumir el control total inmediatamente.	El conductor tiene que monitorear constantemente la conducción. Tiene que poder asumir el control total inmediatamente.	El conductor no tiene que monitorear constantemente la conducción, pero tiene que poder asumir el control en un determinado lapso si el sistema lo requiere.	El conductor no está solicitado en estos casos ni para monitorear ni respaldar.	El conductor no es requerido.

Referencia: BID-Vehículos Autónomos, una revisión bibliográfica sobre su impacto en la movilidad de las ciudades de la región, julio 2020.

Tabla 1.

En dicha tabla se debe prestar atención especialmente desde el Nivel 3 (SAE 3) al Nivel 5 (SAE 5). Cabe destacar que el SAE 3 se diferencia del SAE 4 y SAE 5 en la autonomía de la máquina, mientras que el SAE 4 es el que capta parte de los datos del entorno, en cambio el SAE 5 la totalidad del mismo.

Es necesario conocer las características del vehículo autónomo para determinar las condiciones reglamentarias y de regulación en la sociedad uruguaya para la implantación, lo que incluye las actividades formativas e informativas.

La existencia de un marco de cooperación. Se debe establecer un marco de cooperación entre los actores involucrados para definir objetivos, planes, responsabilidades, beneficios, riesgos y oportunidades, comunicación, coordinación, evaluación y generar conocimiento.

Nos referimos directamente a las implicancias en cambio cultural, seguridad, medio ambiente, las ventajas o beneficios que pueden ser utilizados para las definiciones del marco de cooperación.

También es necesario identificar los riesgos, teniendo presente los desafíos, amenazas y vulnerabilidades y los riesgos que involucran daños materiales o personales.

Los beneficios, desafíos, vulnerabilidades en la introducción de los vehículos autónomos en la sociedad uruguaya, principalmente los siguientes aspectos:

- **En calidad de vida:** con la introducción del VA en la sociedad uruguaya se propone mejorar las condiciones de inclusión social y de vida de las personas con discapacidad, en la presente investigación.
- **En seguridad:** uno de los motivos por los que los vehículos autónomos serían efectivos es por la disminución de la tasa de accidentes en base a la seguridad y confiabilidad, lo que disminuye los costos para las personas y la sociedad, además de evitar pérdidas de vida e incapacidades.
- **En movilidad:** con la introducción del vehículo autónomo en la sociedad uruguaya, todo lo que tenga relación con movilidad terrestre se transformaría, pudiendo pasar a ser autónomo. El cambio cultural en la movilidad es uno de los retos. Se promoverá otra cultura en la movilidad, diferente a la conocida hasta ahora, en personas que en la actualidad han abandonado el uso del vehículo por falta de capacidad para conducir en forma tradicional, como personas con discapacidad y adultos mayores.

  Otro aspecto que destacar es la disminución en los tiempos de conducción y el aprovechamiento del tiempo mientras se deja al VA la conducción. Se podrían lograr opciones de movilidad más económicas.
- **En medio ambiente:** minimizar el impacto medioambiental, tanto por el uso de fuentes renovables en la alimentación de los VAs como la mitigación de la contaminación sonora en el tráfico.

Los desafíos, amenazas y vulnerabilidades: en el acceso y tratamiento de los datos, los VAs tienen una fuerte dependencia de las bases de datos que les son suministradas para su configuración y funcionamiento.

El acceso a la cantidad de datos requeridos plantea la necesidad de considerar temas como el tratamiento de los mismos, los riesgos gestionados, así como determinación e incorporación de criterios de responsabilidad bajo parámetros de seguridad.

El marco jurídico que rige la circulación y la responsabilidad de los vehículos autónomos en otros países que sería extrapolable a Uruguay.

Por las características de la nueva tecnología de VA en la introducción en la sociedad uruguaya, el marco jurídico deberá ser rediseñado y /o adaptado.

En los diferentes lugares donde se está introduciendo el VA, el marco jurídico aplicable se encuentra en diferentes niveles de aprobación.

En USA y UE circulan sin necesidad de ajustes en la legislación los VA de nivel de automatización SAE 3, evolucionando hacia niveles más altos de automatización, prestando atención a los avances en el tema de los diferentes fabricantes de vehículos autónomos.

En USA ya se encuentran circulando (con legislación aprobada) en algunos Estados el SAE 5, con volante y se está desarrollando y probando los prototipos de VA sin volante, de esta forma se estarían separando los avances en la implantación en USA respecto a UE.

Uno de los temas que es necesario atender para dar el salto desde SAE 3 a SAE 4, y más aún hacia SAE 5, es el que se relaciona con ciber seguridad, dado los riesgos que se pueden presentar en un VA que utiliza la información del entorno y por lo tanto el geo posicionamiento de cada vehículo.

Buscar socios externos que tengan capacidades, conocimientos y recursos complementarios para colaborar en la implantación del

VA en la sociedad uruguaya, como universidades, empresas de tecnología, proveedores o reguladores.

Los socios externos colaboran en la generación de conocimiento compartido para realizar las definiciones necesarias para la implantación del vehículo autónomo en la sociedad uruguaya.

Debe establecerse un marco de cooperación, y es válida la interrogante: ¿cuáles serán los socios externos con los que trabajaremos? Probablemente serán los que tengan los conocimientos, los recursos, una visión externa alineada con la interna.

La percepción y aceptación social de los vehículos autónomos por parte de los usuarios, los conductores, los peatones y otros agentes sociales.

Para la introducción del VA en la sociedad uruguaya necesita lograrse la aceptación de la misma, debiéndose mostrar entre otros aspectos la confiabilidad que ofrece en base a probadas muestras de seguridad.

En particular existen modelos de aceptación de las nuevas tecnologías (TAM) y la teoría del comportamiento planificado (TPB) que han demostrado esfuerzos de investigación pioneros dentro del dominio de la adopción de innovaciones relacionadas con nuevas tecnologías.

El objetivo del modelo de aceptación de las nuevas tecnologías es predecir la aceptación del usuario y resaltar posibles problemas de diseño antes de que los usuarios de la tecnología interactúen con el sistema.

La teoría del comportamiento planificado se centra principalmente en predecir el proceder humano planificado e incorpora el constructo de control conductual percibido.

Para el final, pero importante también

En aspectos más cercanos a la tecnología, aunque relacionados con la aceptación de la sociedad para garantizar la confiabilidad de las pruebas de vehículos autónomos, es necesario establecer una carretera de prueba física que simule condiciones reales, con señalización e identificación adecuadas para vehículos autónomos.

Al mismo tiempo se pueden utilizar programas de simulación informática para evaluar su funcionamiento.

Además debe ser considerado el aspecto de accesibilidad desde el punto de vista económico de la población, objeto de estudio (las personas con discapacidad en miembros inferiores) en la introducción del vehículo autónomo.

Debe tenerse estudiado las posibles consecuencias de las campañas que pueden generarse contra los vehículos autónomos en caso de producirse siniestros.

En todos los casos la introducción del vehículo autónomo en la sociedad uruguaya debe estar acompañado por una adecuada gestión de riesgos.

Finalmente, la introducción del VA tendrá un impacto en la economía pues el modelo común de transporte se verá desplazado hacia nuevas formas de movilidad. Deberán crearse los espacios necesarios para la información y/o formación en todos los aspectos en la introducción del VA en la sociedad uruguaya.

Foto: EyeEm (freepik.es)

Fragilización por hidrógeno

Autores
Ing. Ignacio Cabrera
Ing. Gustavo Mesorio

Terminología a utilizar:

"HE" ("Hydrogen Embrittlement") traducido como Fragilización por Hidrógeno y "HTHA" (High-Temperature Hydrogen Attack) traducido como Ataque por hidrógeno a alta temperatura.

En los recipientes y cañerías de hidrógeno sometidos a presión se pueden presentar dos fenómenos de fragilización del material.

1. HE - Fragilización por hidrógeno que se produce a temperaturas inferiores a los 100 °C

En una solución metálica el hidrógeno que penetra en los aceros produce HE. También se conoce este fenómeno como "Ataque por hidrógeno a baja temperatura" (LTHA por su sigla en inglés)

La HE gaseosa ocurre generalmente a temperaturas cercanas a la ambiente y el transporte de hidrógeno se realiza principalmente a través de dislocaciones en el material cuando este sufre deformación plástica. HE no es un proceso que pueda revertirse.

Los parámetros que debemos considerar para la selección de los aceros respecto al HE son los siguientes:

- Condiciones de operación
- Diseño y condición de la superficie
- Materiales

Condiciones de operación

- Pureza del H2. A mayor pureza el efecto de fragilización es más pronunciado debido a que las principales impurezas que se pueden encontrar en las corrientes de H2 tienen un efecto inhibitorio sobre el HE. En caso de existir CO2 o H2S, el efecto puede ser opuesto, o sea aceleran el HE.
- Presión parcial del H2. HE se incrementa cuando la presión parcial del H2 aumenta, aunque se ha observado que la afectación mayor por HE se encuentra para presiones entre 20 bar y 100 bar.
- Temperatura. El HE se observa a temperatura ambiente y puede llegar a ser negligible para temperaturas que superen los 100 °C para la mayoría de los aceros.
- Stress y deformación. Dado que el HE es un fenómeno de corrosión bajo tensión, el nivel de tensión es fundamental. En un entorno de hidrógeno deben considerarse todas las formas de tensión (térmica, de presión, mecánica, etc.). El transporte de hidrógeno se realiza principalmente por dislocaciones. Por lo tanto deben evitarse las zonas de deformación plástica (incluso las locales). El HE aumenta cuando las estructuras se someten a deformaciones lentas.
- Tiempo de exposición. El tiempo de exposición no es un parámetro crítico en HE. Dado que el hidrógeno se transporta principalmente por dislocaciones, la concentración crítica de hidrógeno se puede alcanzar muy rápidamente. Un recipiente sometido a una presión máxima de hidrógeno dada puede reaccionar de forma muy diferente, dependiendo de si se somete o no a ciclos de presión. El hidrógeno actúa principalmente durante la deformación del material y reduce significativamente la vida útil del equipo (por ejemplo, al causar fatiga).

Diseño y condición de la superficie

El diseño del equipo y el estado de la superficie también son parámetros muy importantes ya que la corrosión por tensión (HE) es un fenómeno de corrosión bajo tensión. El diseño debe evitar cualquier discontinuidad geométrica que pueda favorecer la concentración local de tensiones, como los aumentos de tensión o los efectos de entalla. Se deben evitar los defectos superficiales ya que también favorecen la concentración local de tensiones.

Materiales

Los materiales pueden agruparse en dos categorías:

- Parámetros que impactan la retención de hidrógeno (es decir, la concentración de hidrógeno en el material): inclusiones, partículas, la naturaleza de los límites de grano, dislocaciones y defectos preexistentes.
- Parámetros que impactan el comportamiento del entorno de la molécula de hidrógeno (por ejemplo, microestructura, composición química, tratamiento térmico y propiedades mecánicas).

La microestructura del acero (resultante de la composición química y el tratamiento térmico) desempeña un papel esencial en la corrosión electrolítica. Las estructuras martensíticas son las más susceptibles a la corrosión electrolítica, las ferríticas muestran un comportamiento intermedio y los aceros austeníticos estables son los menos susceptibles a la corrosión electrolítica.

La composición química. Es difícil atribuir un efecto directo del HE a un elemento químico particular de la composición química, básicamente porque la influencia de la microestructura es preponderante.

En el caso de los aceros inoxidables austeníticos, el riesgo de HE se reduce gracias a la presencia de elementos que estabilizan las estructuras austeníticas (por ej. Ni, C y Mn), independientemente de la microestructura. Por otro lado la adición de nitrógeno, que también promueve la estabilidad de la austenita, parece tener el efecto HE opuesto.

En el caso del acero ferrítico, la composición química no es tan importante ya que la influencia de la microestructura es preponderante. Solo la adición de vanadio o tierras raras puede afectar favorablemente la retención de hidrógeno, reduciendo así el riesgo de HE.

Tratamiento térmico / propiedades mecánicas. Los efectos del tratamiento térmico y/o las propiedades mecánicas son especialmente significativas en los aceros de baja aleación tratados térmicamente. El revenido a alta temperatura produce un acero más blando (es decir reduce el riesgo de HE). El revenido duro también tiene un efecto beneficioso.

En el caso de aceros al carbono el tratamiento de normalización en el estado final reduce el riesgo de HE.

Soldadura. La soldadura del acero puede tener un impacto significativamente negativo en el comportamiento del HE. En los aceros al carbono la dureza de la zona soldada y de la zona afectada por el calor debe ser limitada. En el caso de los aceros inoxidables austeníticos la formación de ferrita también debe ser limitada.

Endurecimiento por deformación en frío (cold working). El endurecimiento por deformación del acero generalmente tiene un impacto negativo en el comportamiento del HE, o sea aumenta el riesgo, particularmente en los aceros austeníticos inestables ya que puede formarse martensita que es muy sensible al HE.

Selección de materiales, aplicaciones y características recomendadas

Acero al carbono. Aplicable a la construcción de recipientes soldados bajo las siguientes condiciones de operación (normales u ocasionales):

- Presión de hidrógeno igual o mayor a 10 bar
- Temperatura menor a 100 °C
- Concentración de oxígeno en el hidrógeno menor o igual a 300 ppm

Si alguna de las tres condiciones precedentes no se observan en operación normal u ocasional, *no es necesario aplicar* las especificaciones de acero que siguen a continuación.

Las especificaciones usuales de los **aceros al carbono** que mejor resisten el HE cumplen con las siguientes condiciones:

- Resistencia a la tracción <= 560 MPa
- Composición química: S <= 0,015%; P<= 0,015%; Carbono equivalente (C + Mn/6) <= 0,45%
- Tratamiento térmico: templado y revenido

El nivel de tensión, si se cumplen las condiciones antes mencionadas, debe ser el correspondiente al código de diseño.

Aceros de baja aleación. Recipientes de acero sin costura operando en las siguientes condiciones (normales u ocasionales):

- Presión de hidrógeno mayor o igual a 50 bar
- Temperatura menor a 100 °C
- Concentración de oxígeno en el hidrógeno menor o igual a 300 ppm

Si alguna de las tres condiciones precedentes no se observan en operación normal u ocasional, *no es necesario aplicar* las especificaciones de acero que siguen a continuación. Las especificaciones usuales de los **aceros de baja aleación** son las siguientes:

- Resistencia a la tracción <= 950 MPa
- Composición química: S <= 0,015%; P<= 0,015%
- Tratamiento térmico: templado y revenido

El nivel de tensión debe ser el que se corresponda con el código aplicable excepto si el material es sometido a fatiga o vibración en donde el nivel de tensión "T" seleccionado debe ubicarse entre 5 y 7 veces por debajo de la resistencia máxima a la tracción del acero.

Aceros inoxidables austeniticos. Recipientes a presión operando bajo las siguientes condiciones (normales u ocasionales):

- Presión de hidrógeno mayor o igual a 2 bar
- Temperatura: -150 °C <=T<= 100 °C
- Concentración de oxígeno en el hidrógeno menor o igual a 300 ppm

Si alguna de las tres condiciones precedentes no se observan en operación normal u ocasional, *no es necesario aplicar* las especificaciones de acero que siguen a continuación. Las características de los aceros inoxidables austeníticos son las siguientes:

- Preferentemente acero 316 L, 316Ti o 316 LN
- Se pueden utilizar también aceros 304, 304L, 316 o 321 luego de confirmar el índice de estabilidad, definido por la siguiente ecuación:
    * Índice = Ni + 0,5Mn +35C - 0,0833 (Cr+1,5Mo-20)*2 - 12> 0
- Composición química: S<= 0,030%; P <= 0,045%
- Tratamiento térmico: recocido en aquellas piezas muy trabajadas en frío luego del conformado.
- El nivel de tensión debe ser el que se corresponda con el código aplicable excepto si el material es sometido a fatiga o vibración en donde el nivel de tensión "T" seleccionado debe ubicarse entre 5 y 7 veces por debajo de la resistencia máxima a la tracción del acero.

2. HTHA Ataque por hidrógeno a alta temperatura

La HTHA ocurre cuando el hidrógeno reacciona con el carbono del acero para formar moléculas de metano. La combinación del hidrógeno con el carbono origina la formación de microcavidades y una falta de carbono en el acero lo que conduce a una reducción en la resistencia general del material

Cuando la temperatura es mayor a 200 °C y la presión parcial del hidrógeno supera los 3,45 bar, es cuando debemos considerar el riesgo de HTHA.

El riesgo de HTHA puede ser reversible sólo en caso de que no se hayan formado aún microcavidades en el material.

Los parámetros a ser considerados en el diseño de los equipos incluyen las siguientes consideraciones:

Composición química del acero

El aumento de las cantidades de cromo (Cr) y molibdeno (Mo) en la composición química del acero, reducirá la susceptibilidad del material al HTHA al formar carburos más estables.

En el caso de los aceros al carbono deberemos tener en cuenta el contenido de carbono ya que a mayor porcentaje mayor será el riesgo del acero al HTHA.

Tratamiento térmico

Utilizando el tratamiento térmico adecuado luego de realizados los trabajos de soldadura y siguiendo las buenas prácticas de manufactura y las indicaciones de las normas y códigos, el equipo será menos susceptible al HTHA.

Nivel de tensión a la cual está sometido el recipiente

Si el material está sometido a tensión por la conexión con cañerías y/u operación cíclica, tiene más riesgo de padecer HTHA. Los aceros sin costura y con un adecuado tratamiento térmico luego de las soldaduras, hacen menos factible el HTHA.

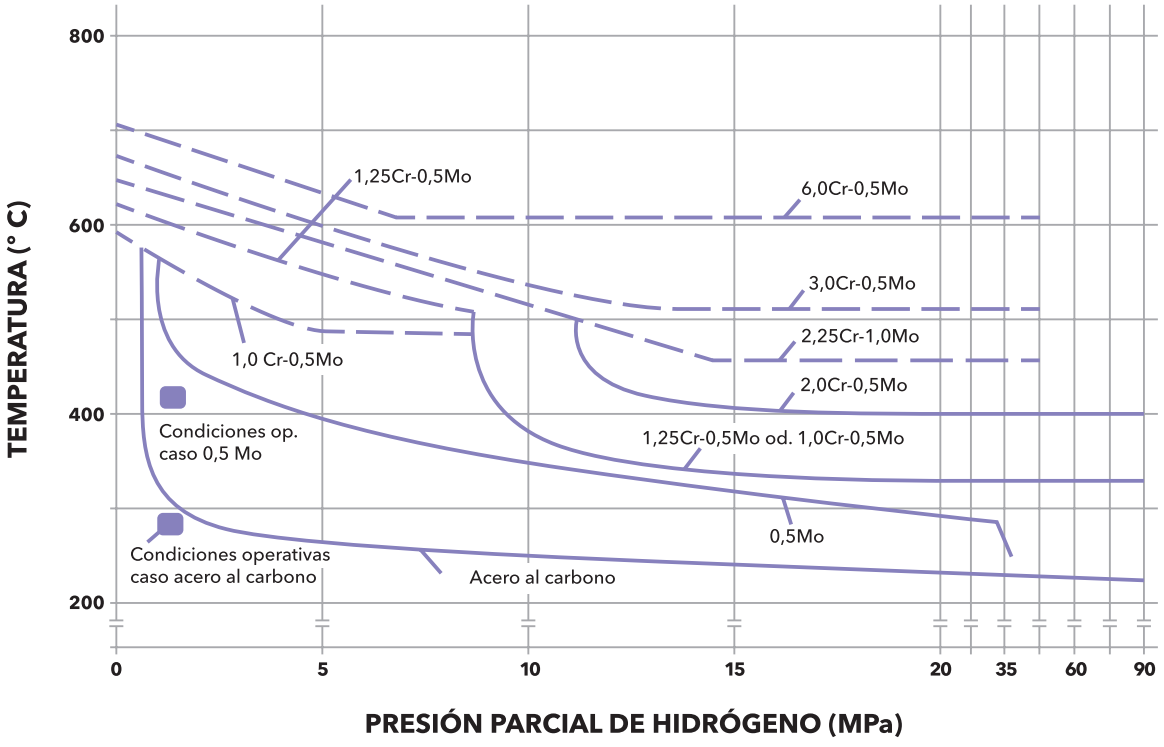
Soldaduras

Seguir un buen procedimiento de soldadura que evite una dureza elevada en el cordón y limite las zonas afectadas por el calor, disminuye el riesgo de HTHA.

Tiempo de exposición

Con el incremento del tiempo de exposición a altas temperaturas y altas presiones parciales de hidrógeno, aumenta el efecto potencial del HTHA sobre el material.

Las curvas de Nelson son gráficos que muestran los límites de operación seguros para aceros en entornos ricos en hidrógeno. Se utilizan para prevenir el ataque por hidrógeno a alta temperatura (HTHA). El gráfico de estas curvas para todos los tipos de acero se presenta a continuación y se puede consultar en Google.



Air Liquide

Descarbonización usando el Hidrógeno como combustible

Ruta 1 km 22.500, San José - Uruguay
Tels.: 23472102 - 08001849
uyalu-info@airliquide.com
uyalu-comercial@airliquide.com

©Adrien Daste

Recipientes para almacenamiento de hidrógeno gaseoso

Los recipientes para el almacenamiento de hidrógeno se diseñarán, fabricarán e inspeccionarán de conformidad con un código de recipiente a presión reconocido.

Los códigos de diseño usualmente aceptados son los siguientes:

PD 5500 Annex C	British Pressure Vessels Code
AD Merkblatter S1, S2, HP1	German Pressure Vessel Code
CODAP Section C10.2	French Pressure Vessels Code
ASME BPV Section VIII Division 2	American Pressure Vessels Code - Alternative rules
EN.13445	European Vessels Code
JIS-B8266 - Annex 8	Japanese Vessels Code
JB4732-1995 Steel Pressure Vessel	Chinese Pressure Vessels Code

Cilindros para almacenar H2 a alta presión

Los cilindros también se utilizan para el almacenamiento y transporte de hidrógeno. Hay cuatro tipos de cilindros que pueden ser usados:

- Tipo 1 - Cilindro tradicional, íntegramente metálico sin costura. Presiones usuales de trabajo hasta 200 o 300 bar.
- Tipo 2 - Cilindro con camisa metálica, usualmente aluminio y cuya parte cilíndrica está revestida con fibra de carbono y resina de fibra de vidrio.
- Tipo 3 - Cilindro construido por una camisa metálica que está completamente envuelta en fibra de carbono. Se incluye revestimiento en toda la superficie del mismo. Son cilindros en donde se considera que la carga está repartida entre la camisa interna metálica y el revestimiento.
- Tipo 4 - Cilindro construido por una camisa plástica que no resiste carga y está completamente revestido con fibra de carbono en toda su superficie. Estos cilindros son los más livianos y se utilizan fundamentalmente cuando su bajo peso es una ventaja.

Se sugiere considerar la información contenida en los siguientes documentos:

ISO 11119-4	Gas cylinders. Refillable composite gas cylinders. Design, construction and testing.
ISO 11623	Composite cylinders and tubes. Periodic inspection and testing.
ISO 11114-4	Transportable gas cylinders - Compatibility of cylinders and valves materials with gas contents. Part 4: test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement (to be published).

Información consultada para redactar este documento:

- ISO 11114-4
- API RP 94|
- EIGA IGC Doc. 15
- Normas internas varias emitidas por el Grupo Air Liquide

Estructuras diferentes

Autor
Ing. José Zorrilla

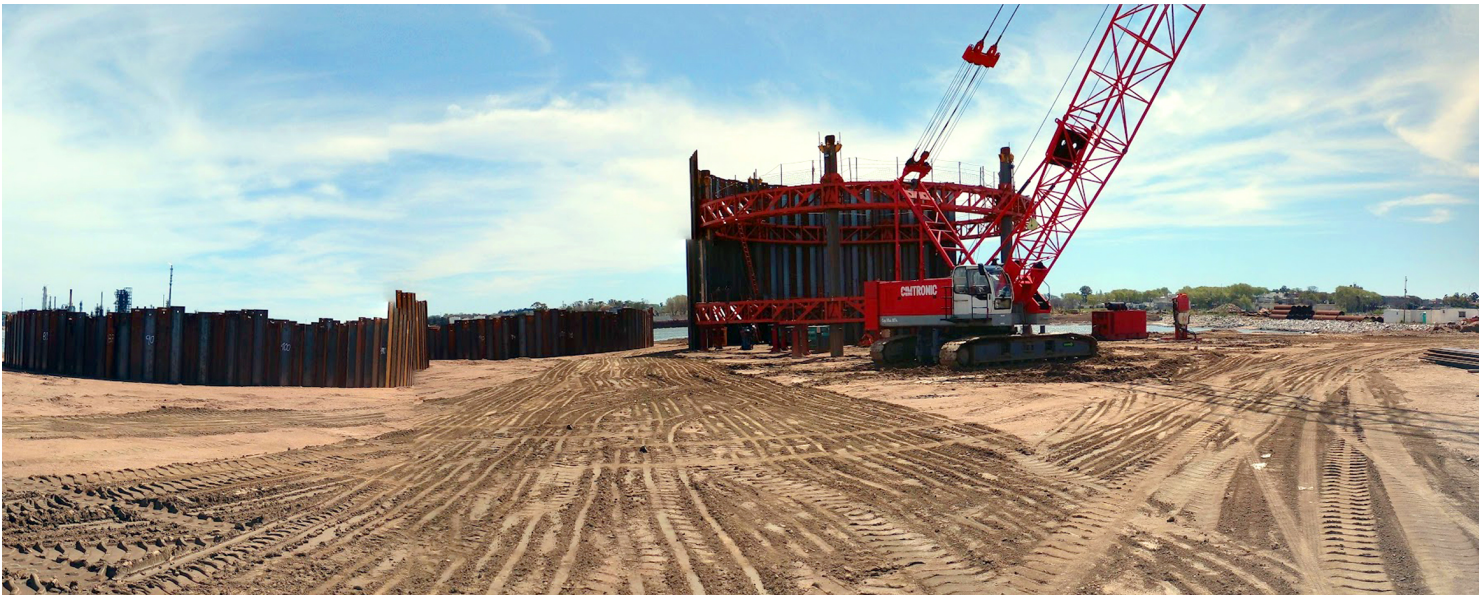
Acostumbrado a diseñar, verificar, ensayar sobre estructuras típicas de acero y de hormigón, el ingeniero estructural va desarrollando un ojo clínico, como los médicos, para adelantar el análisis y la comprensión si algo no funciona bien antes que la física y las matemáticas le confirmen el primer diagnóstico, como los análisis clínicos a los mejores especialistas.

Esto es cierto pues no es solamente teoría de estructuras, con los años la razón ya le dice a un ingeniero con mucha experiencia cómo funciona la estructura ante un medio donde no es fácil encontrar el punto de vista correcto para comprender las fortalezas y debilidades del sistema mecánico, sea de barras, superficies, puntos o sólidos, para resolver sin deformaciones, inconvenientes que cumpla la función que se le pide cuando reciba las cargas del mundo exterior, incluyendo fuerzas, presiones, vibraciones, impulso de impactos, contracciones y dilataciones.

Antes que nada conocer cuáles son las solicitaciones que se requerirán soportar, verificadas con un estudio de riesgos donde se liste todo lo que pueda atacarla y la probabilidad de que ocurran. Es buena práctica para este estudio de riesgos que se consulte y se pida una aprobación o no objeción a todos los que van a ser afectados por la estructura, aun cuando para aquellas que son comunes, como ser edificios, esa aprobación la dé el Departamento Técnico de la Policía de Construcción, en representación de la sociedad entera.

Inmediatamente estudiar a fondo donde se apoyará, el medio donde se fundará, el cual puede ser sólido, plástico, líquido más o menos viscoso, o hasta un gas.

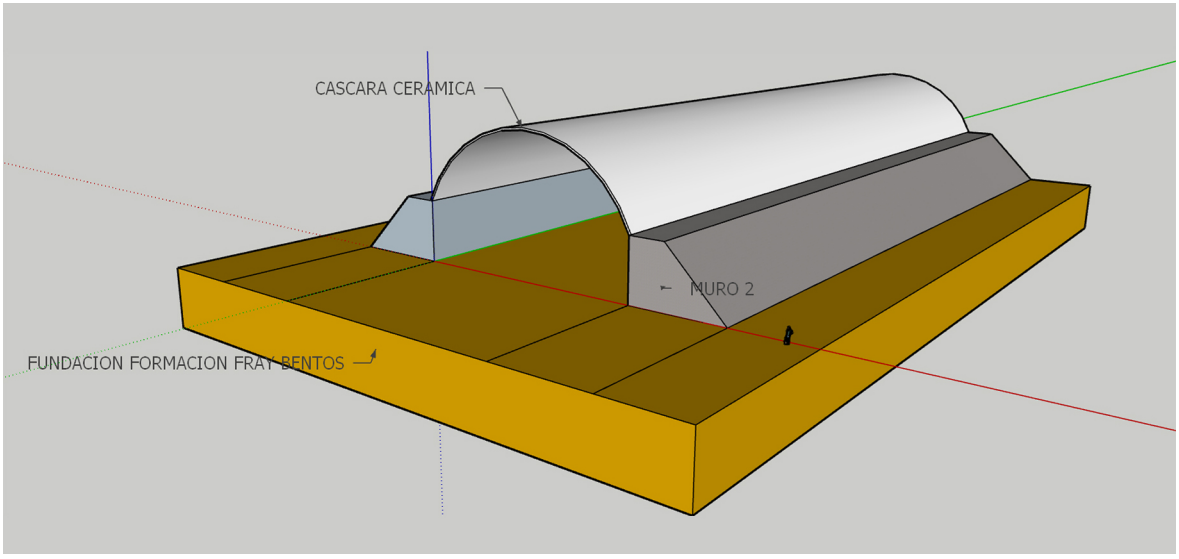
Con frecuencia el estructural requiere la colaboración de otros especialistas competentes que conozcan el sitio y puedan brindar el asesoramiento necesario en este aspecto. Solo después de esto se procede a analizar sistemas que, con un nivel razonable de seguridad, permitan establecer las fundaciones sobre la corteza terrestre, la cual suele constituir la condición de borde en el sistema físico-mecánico de una estructura. Luego es que se puede elaborar un plan preliminar, debatirlo con todos los involucrados para alcanzar un consenso y así dar inicio al desarrollo del diseño.



Esta es la historia de una estructura diferente, no es de acero, no es de hormigón, ni siquiera de piedra o madera. Es un muro de contención de gravedad, macizo, de un material nuevo: limo de Fray Bentos mejorado con cemento.

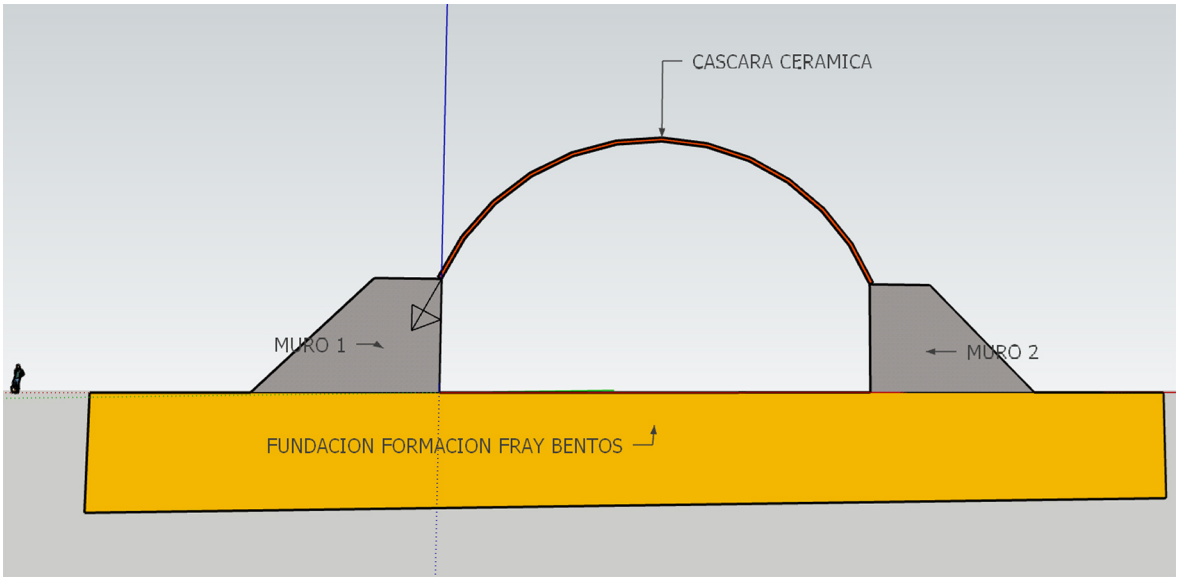
Levantados dos muros con suelo mejorado con cemento, apoyamos encima una cáscara cerámica de 27 metros de luz y 100 metros de longitud. Esta cáscara de directriz catenaria está postesada de manera uniforme en sentido longitudinal y pretensada por el peso propio en sentido transversal.

No existían normas para muros de suelo mejorado ni para cáscaras cerámicas postesadas.



Regresamos a los fundamentos de la antigua Mecánica de Sistemas en Física: los diagramas de cuerpo libre de cada elemento, representando en cada uno las reacciones con los demás elementos y, cuando correspondiera, con el planeta Tierra a través de sus fundaciones.

Como hacemos por rutina muchos estructurales viejos, comenzamos por lo más alto y vamos bajando para no omitir ningún detalle. Algunas estructuras colapsan por distracción, olvido, cargas o elementos mal calculados.



Materiales

Muros de gravedad de limo tratados con cemento

El limo de Fray Bentos es un suelo con características únicas. Se compone de partículas transportadas por el pampero, un viento del sudoeste típico de la región de la pampa argentina, en una época en que la zona experimentaba un clima desértico. Este limo arrastrado por el viento se depositó en el litoral oriental del Río Uruguay, dando origen a una formación sedimentaria de un característico color marrón claro, notablemente uniforme y con alta cohesión que genera barrancas a lo largo de la costa. Estas características son emblemáticas en la región de Fray Bentos, de donde la formación toma su nombre.

Tiene una densidad baja, del orden de 1,4 Mg/m^3, derivada de su origen eólico que realizó una selección natural de las partículas más livianas.

En el Laboratorio Central de la Dirección Nacional de Vialidad se investigaron diversas arenas y suelos para evaluar su uso en bases cementadas como alternativa en zonas con escasez de canteras de grava que presenten CBR adecuados. El suelo de Fray Bentos destacó por dos razones principales: su alto ángulo de fricción interna, que se puede lograr con bajas cantidades de cemento; y su menor densidad en comparación con otros suelos y toscas provenientes de las canteras uruguayas.

Para su aplicación como muro de contención, se llevó a cabo una campaña de laboratorio en la que se optimizó el limo mediante la incorporación de diferentes cantidades de cemento.

El suelo tratado fue sometido a ensayos a los 7 y 28 días en cubos, obteniéndose un promedio de carga de rotura de 20 kg/cm^2, con un contenido de cemento de 70 kg/m^3. Esta dosificación superó las pruebas de durabilidad, incluyendo ciclos de humedecimiento y secado, así como de congelación y deshielo. Adicionalmente se midió la deformación y el módulo elástico correspondiente a las deformaciones iniciales. Para la ejecución, el tratamiento se realizó in situ por capas, controlando previamente la humedad del suelo para añadir la cantidad necesaria. El material fue esparcido y mezclado con una mezcladora mecánica y compactado mediante vibrocompactación hasta alcanzar la densidad objetivo. Posteriormente se extrajeron cilindros del control de densidad in situ para realizar pruebas de resistencia inconfinada a los 7 y 28 días.

Cáscara cerámica

La cáscara de cerámica armada es una superficie resistente que se usa en España, particularmente desde la construcción de las bóvedas catalanas.

En Uruguay este desarrollo es obra del ingeniero Eladio Dieste, un brillante inventor, destacado investigador y docente de física teórica. Dieste creó la teoría y la aplicación de las estructuras de cáscara de cerámica para bóvedas de grandes luces. El menor peso de las piezas cerámicas les permite competir eficazmente con cáscaras de hormigón e incluso con estructuras livianas. Además la capacidad de la cerámica para absorber la humedad de la arena y el

portland genera un efecto similar al del hormigón al vacío: reduce la relación agua-cemento y mejora significativamente las resistencias iniciales y finales.

Las cáscaras de grandes luces tienen un riesgo determinante: el pandeo.

Para estas luces de 27 metros se eligieron piezas cerámicas huecas con una resistencia mínima comprobada, fabricadas con extrusión mecánica, presecadas y cocidas en horno. La resistencia de la cerámica está en el orden de los 160 kg/cm^2. Las juntas entre piezas y la carpeta superior de cobertura se realizan con un mortero de arena y 500 kg de cemento portland tipo I por metro cúbico.

La cáscara cerámica se refuerza mediante varillas de acero colocadas en las juntas cada 25 cm, junto con una malla electrosoldada que proporciona refuerzo adicional y previene fisuras, integrada en una carpeta superior de 3 cm de espesor.

Cables de pretensado

En una estructura de 100 metros de longitud se aplicó pretensado a toda la extensión, con el propósito de absorber las tracciones generadas por la contracción, debida a las diferencias de temperatura.

Elementos estructurales

Fundación

La fundación se encuentra sobre la formación Fray Bentos, compuesta por limos pampeanos con una potencia mínima de 20 metros. La tensión de fundación habitual alcanza hasta 3 kg/cm^2.

Muros

Los muros son un bloque de suelo mejorado con cemento en forma trapezoidal, de 7 metros de altura, con una base inferior de 11 metros, y una base superior de 4 metros. Se apoya como fundación directa.

Sus vínculos con los otros elementos:

- Se apoya como fundación directa.
- Se vincula con la cáscara cerámica mediante una carrera de borde de hormigón armado que distribuye la fuerza de reacción a la masa del muro y que por su forma, canaliza las pluviales de la cáscara hacia los extremos de la estructura.

Cargas

En un diagrama de cuerpo aislado, el muro estará solicitado por cargas fijas y cargas accidentales.

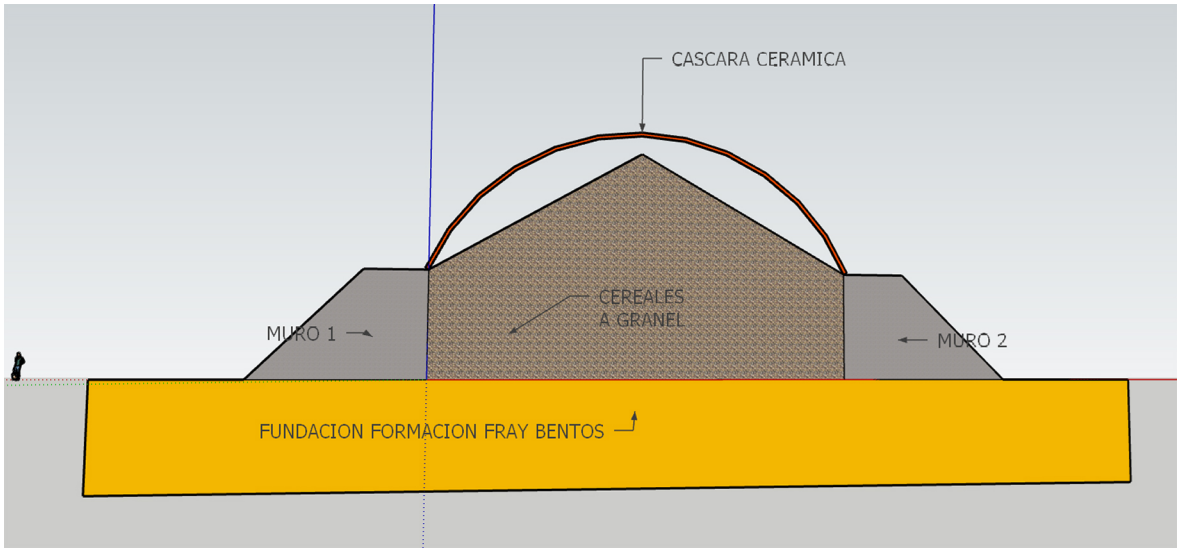
- Cargas fijas
- Peso propio
- Cargas accidentales

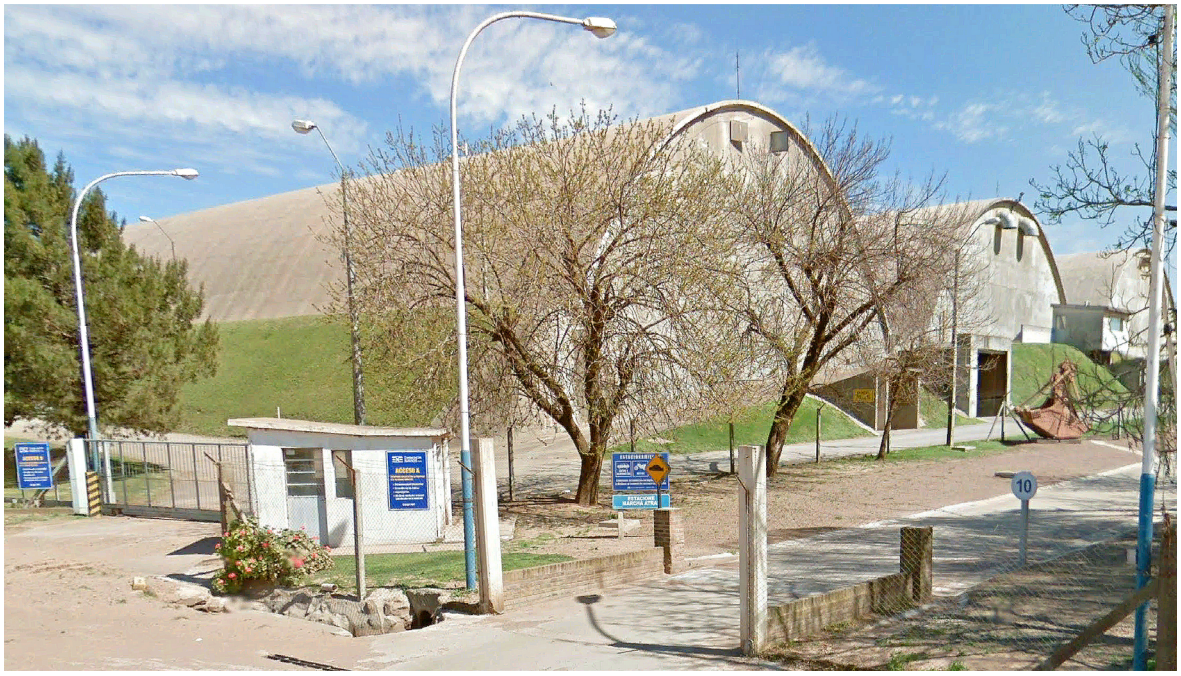
Viento

Temperatura exterior de 0 a 43 °C, temperatura interior de 15 a 25 °C.

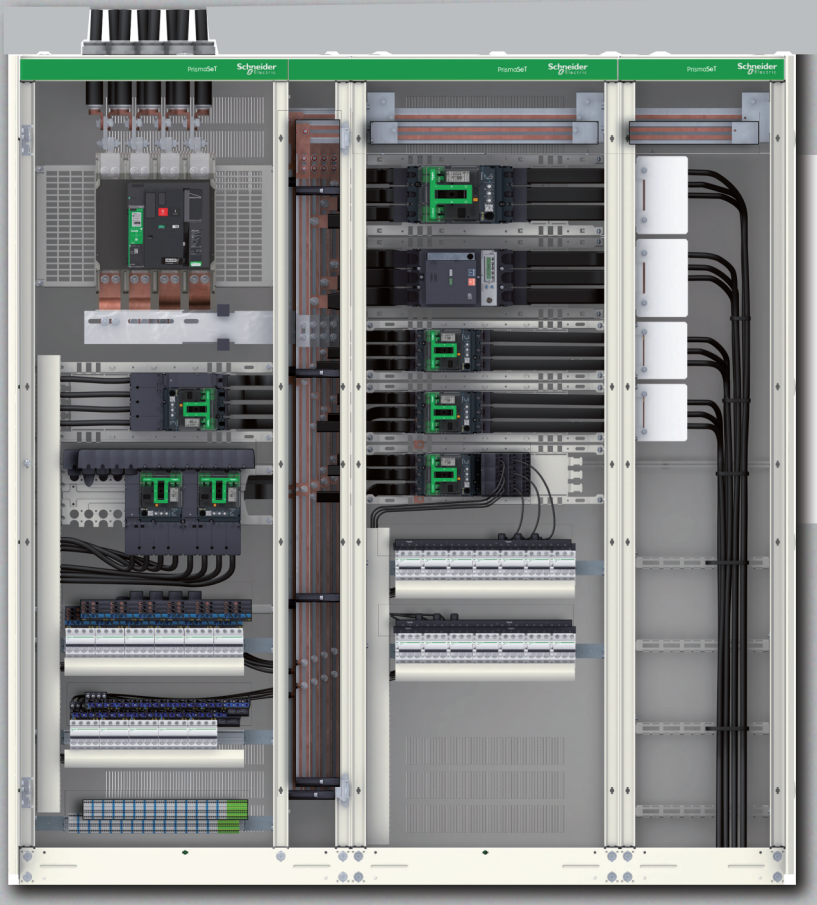
Presión de graneles

Este muro está destinado al almacenaje de granos para su carga a granel en buques oceá-





nicos. La presión del grano contra el muro se evaluó por la teoría de Reimbert para macizo pulverulento. En este caso es de presión neutra (no es activa ni pasiva) pues las deformaciones estimadas del muro bajo carga son despreciables. Estas presiones se midieron en otros depósitos y los números de Reimbert son razonablemente conservadores. Se hizo el diseño con trigo, con una densidad de 800 kg/m^3 y un talud natural de 30°.



FIVISA

Tableros normalizados IEC 61439

- Hasta 4000A
- Corriente Icw: 100 kA /1 segundo
- Protección IP55
- Capacidad de comunicación y telegestión industrial

Av. Uruguay 1280 www.fivisa.com.uy 1888* - 2902 08 08 fivisauy

Lo más relevante del análisis del muro son el viento y la temperatura.

La cáscara cerámica es una estructura donde la forma es fundamental, el cual hace que el peso propio sea un antifunicular de la misma.

El diseño del muro permite que la fuerza de reacción de la cáscara, aplicada en el vértice interno superior, actúe como pretensión del muro. Las deformaciones y tensiones generadas en la sección del muro han sido cuidadosamente calculadas para contrarrestar las fuerzas que las presiones del granel ejercen sobre el muro cada vez que se llena el depósito de grano.

Se trata de una estructura pretensada, basada en suelo mejorado con cemento. Su eficacia ha sido comprobada a lo largo de cuarenta años de funcionamiento. Este logro destaca la visión innovadora de don Alfonso Soler, quien confió en la propuesta de un joven ingeniero uruguayo para el desarrollo de esta solución. Además la excelencia de este diseño ha dado lugar a la construcción de estructuras gemelas las cuales han arrojado resultados igualmente destacados.

A veces tenemos que abrir la cabeza y buscar soluciones creativas entre los materiales no convencionales. El suelo mejorado con cemento es uno de ellos. Lo hemos utilizado también en canales de descarga de alta velocidad en sistemas de riego, en bases de pavimentos industriales, como macizos de fundación de torres y estructuras especiales, y en la recimentación de maquinarias por su facilidad de absorber vibraciones, similar a la reconocida propiedad de la roca coralina consolidada en República Dominicana.

También hemos comprobado cómo el suelo mejorado con cemento y/o polímeros pesados puede ser una solución eficaz para terrenos complejos, como los limos y arcillas sensibles del Mekong, del Estero Balsa y del Río de la Plata. Esto quedó demostrado en el Puerto Capurro, específicamente en las celdas de tablestacas del muelle de operación donde la mejor ingeniería logró resolver desafíos que para otros habrían parecido imposibles, mostrando que en ocasiones la Ingeniería puede lograr auténticos milagros.

Un ejemplo reciente del uso de suelo mejorado como material estructural para muros de gravedad es el que incorpora vibración profunda y pilotes de grava. Estos se ejecutaron utilizando un vibrador profundo controlado mediante la computadora de la grúa, seguido de un proceso de cementado en la periferia de las celdas. Este avance fue presentado en la Convención Mundial del PIANC 2024, celebrada el año pasado en Ciudad del Cabo, en colaboración con los colegas argentinos Carlos Gerbaudo y Marcelo Zeballos.

Link para descargar la publicación **"Métodos innovadores en la construcción de los muelles de Puerto Capurro"**:

https://drive.google.com/file/d/15SI48hQ0c-8vDfkSjdBAbd_1p4edzuCfM/view?usp=drive_link

El futuro es
eficiencia
energética
Modernizando la Central Hidroeléctrica
de Rincón de Baygorria para un Uruguay
más sostenible
saceem
#ElFuturoSeConstruyeHoy

Figura 1. Portada.

Tecnología en la educación: En el foco mundial

Autor
Ing. Roberto Asplanato

"La verdad es absoluta; todo lo demás se aproxima a ella o está en el error".

Ing. Roberto Asplanato

Resumen

Este artículo presenta un análisis sobre el impacto de la tecnología en la educación, estructurado en tres partes: análisis, diagnóstico y propuesta. Tras revisar investigaciones recientes, se identifican hallazgos clave que permiten formular un diagnóstico de la situación actual. Con base en este diagnóstico se propone un enfoque que integra normas y estándares internacionales, así como principios de actuación, para abordar y resolver las problemáticas detectadas. El marco de trabajo resultante busca optimizar el uso de la tecnología en la educación y minimizar sus efectos negativos. Aunque diseñado para Uruguay, su enfoque es aplicable a otros contextos educativos.

Palabras claves: tecnología, educación, proceso de enseñanza y aprendizaje, investigaciones, nativos digitales, riesgos, Uruguay, mundial.

Introducción

Se ha generado una alarma mundial que ha escalado a los niveles más altos de gobierno como pocas veces ha ocurrido, generando una avalancha de restricciones y prohibiciones en el uso de la tecnología en los sistemas educativos, desde educación inicial, primaria, secundaria, alcanzando incluso el nivel universitario. El detonante ha sido la evidencia recogida en investigaciones recientes que muestran tanto oportunidades como efectos negativos del mal uso de la tecnología en el desempeño de los estudiantes y en su salud mental y física. Ante esta realidad, en Uruguay se hace imprescindible tomar decisiones efectivas y adoptar criterios claros por parte de las autoridades sobre un tema que es dinámico, complejo y que impacta transversalmente en todos los extractos de la sociedad. Por lo cual se elaboró un diagnóstico basado en el análisis de las evidencias, donde se identificaron las problemáticas clave. Y como respuesta a las mismas,se generó una propuesta para su tratamiento basada en criterios objetivos, con la finalidad de integrar la tecnología al proceso de enseñanza y aprendizaje, regulando su uso en forma coherente, optimizando su aplicación pedagógica y minimizando los impactos negativos. Si bien fue concebido para su aplicación en Uruguay, su consistencia permite trasladarlo a cualquier país dada la naturaleza generalizada del problema.

Propósito

Este artículo está dirigido a todo público, procurando mantener el rigor técnico. Su cometido principal es generar reflexión y brindar aportes sobre una temática actual como lo es el impacto de la tecnología en la educación, tanto en su abordaje como en su resolución.

Proceso de enseñanza y aprendizaje

Como nos centraremos en la educación formal y para unificar criterios, se hace necesario establecer conceptos básicos sobre los cuales se elaborará el presente desarrollo.

Concepto de enseñanza

La enseñanza es la actividad ejercida por el docente que consiste en la transmisión de contenidos o conocimiento mediante la aplicación de técnicas y estrategias didácticas con el propósito de enseñar al estudiante a aprender y a formarlo en valores. Se enfatiza en que no sólo se trata de la transmisión de conocimientos, sino también de la guía en la comprensión con el propósito de que sea el estudiante el que elabore su propio aprendizaje.

Concepto de aprendizaje

El aprendizaje involucra a procesos mentales dinámicos y complejos que se generan por la interacción del individuo con el contexto y le van aportando conocimiento en forma incremental. Es un proceso individual y único cuyo resultado sólo es posible inferir a través de una actividad de evaluación. Por su naturaleza las variables del entorno ejercen influencia en el desempeño y deben ser atendidas durante el proceso.

Proceso de Enseñanza y Aprendizaje (PEA)

Enseñar y aprender son actividades diferentes que en el ámbito educativo interactúan conformando el PEA. Ambas actividades forman una "unidad de propósito" que da sentido al proceso. En la Figura 2 se presenta un proceso genérico de educación formal a los efectos de una rápida comprensión.

El proceso está constituido por los siguientes elementos: el docente, el estudiante, el conocimiento o contenido transmitido y el contexto o factores ambientales.

Este enfoque proporciona la base para que el docente pueda establecer con claridad: objetivos de aprendizaje (quién aprende), la planificación de la actividad y el planteo de una metodología coherente con esos objetivos (cómo aprende), la aplicación de un conjunto de recursos didácticos, y saber qué y cómo evaluar lo aprendido. En resumen, ayudará al docente a apoyar al estudiante para que pueda alcanzar su máximo potencial y quedar en condiciones de obtener los logros establecidos. Por lo anterior, se trata de un proceso clave para una acción pedagógica eficaz y una enseñanza de calidad.

Tecnología

Comprende en términos generales cualquier producto o servicio que pueda utilizarse para crear, ver, distribuir, modificar, almacenar, transmitir y recibir información electrónicamente. Generalmente, las tecnologías digitales in-

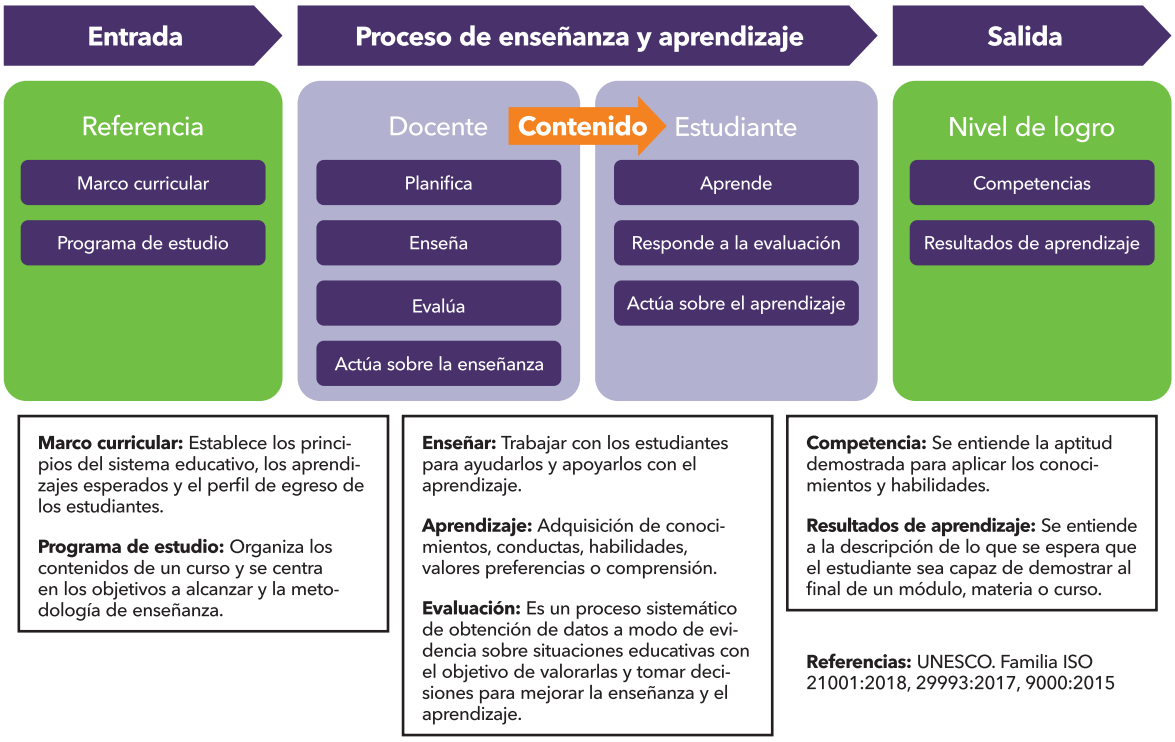


Figura 2. Proceso de enseñanza y aprendizaje.

cluyen: redes informáticas y servicios en línea soportados por éstas, software, hardware, dispositivos u objetos "conectados" y contenidos digitales. Finalmente, desde el punto de vista de la nomenclatura, nos referiremos indistintamente tanto a la propia palabra "tecnología" como a la abreviación TIC[1].

¿Qué proporciona el aprendizaje de la tecnología en una persona?

Capacidad, habilidad y pericia para el uso práctico del conocimiento, generalmente mediante el empleo de medios tecnológicos.

¿Cómo se entiende la alfabetización en el siglo XXI?

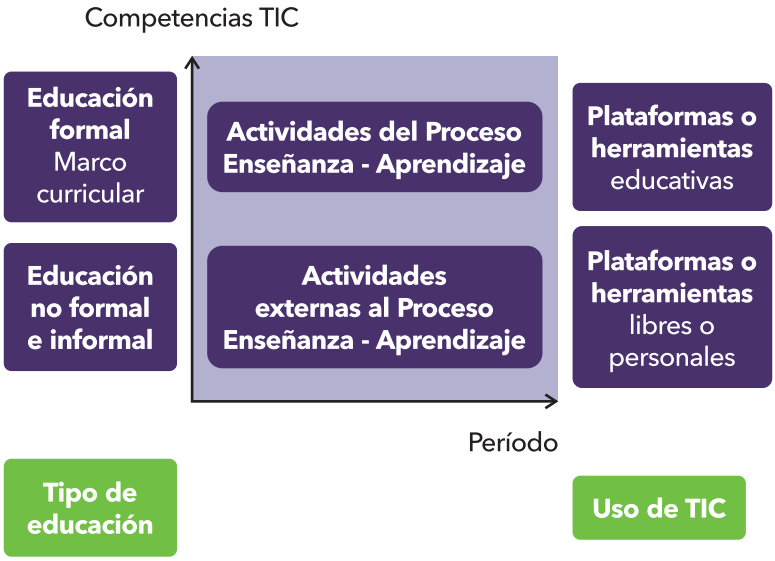
La alfabetización ha evolucionado desde el concepto convencional de que comprendía a "un conjunto de habilidades de lectura, escritura y cálculo" al actual, en que a lo anterior se le añade el constituir "un medio de identificación, comprensión, interpretación, creación y comunicación en un mundo digital y de cambios rápidos". Finalmente, la alfabetización es un proceso continuo que incluye la utilización segura y pertinente de las tecnologías digitales para la actividad humana en la sociedad[2].

¿Qué no se incluye?

Queda fuera del alcance de este trabajo el tratamiento de la propiedad intelectual en lo relativo a la generación de contenido educativo a través de medios tecnológicos, especialmente mediante el uso de la Inteligencia Artificial.

Relación: PEA vs. uso de las TIC

Los tipos de educación formal, no formal e informal están detallados en el estándar internacional de educación ISCED 2011[3]. Hoy en día a los tipos de educación se los considera complementarios entre sí para generar el aprendizaje de un individuo. Dado que nuestro foco apunta a la enseñanza formal (PEA), y atendiendo al dato comprobado de que los estudiantes aprenden áreas enteras de las TIC fuera más que dentro del propio proceso[4], se ha representado en la Figura 3 dicha realidad en forma holística.



Referencias: ISCED 2011 Clasificación internacional normalizada de la educación (International standard classification of education). Familia ISO: 21001:2018, 29993:2017, 9000:2015.

Educación formal: es una educación "institucionalizada", planificada mediante organizaciones públicas en general, dentro de un marco normativo y que en su totalidad constituyen el sistema educativo de un país. Los programas de educación formal son por ello sujetos a reconocimiento. En general están estructurados por grupos etarios y emiten calificaciones para certificar el aprendizaje.

Educación no formal: es una educación "no institucionalizada", aunque planificada. Es una alternativa o complemento de la Educación formal. Reúne las siguientes características: dirigida a toda la población (sin distinción de edad, género, etnia, religión, etc.), se adapta a particularidades de individuos, grupos y contextos, es flexible y participativa, no sujeta a un lugar fijo ni a horarios rigurosos.

Educación informal: este tipo de educación es aún menos estructurada y planificada que las restantes. Comprende actividades en los ámbitos familiares, de trabajo, comunidades y sociales e incluso, el autoaprendizaje permanente (lifelong learning).

Figura 3. Niveles de educación TIC.

Investigaciones

Luego de analizar algunos de los más recientes informes técnicos oficiales nacionales e internacionales, a saber[5]:

1. Informe de la educación en el mundo - UNESCO[6] 2024.
2. Gestión del tiempo ante la pantalla - OCDE[7] 2024.
3. Alfabetización digital en el Uruguay - ICILS[8] 2023.

Se resumieron los principales hallazgos sobre el impacto de las TIC en la educación, los que se presentan a continuación.

1. Informe de la educación en el mundo - UNESCO 2024

Propósito: evaluar y monitorear el progreso global hacia la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4), que busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje.

Alcance: global, abarcando datos y análisis de sistemas educativos de países miembros de la UNESCO.

Población objetivo: responsables de políticas educativas, investigadores, educadores y organizaciones involucradas en la educación.

Forma de evaluación: recopilación de datos estadísticos, análisis de indicadores educativos, y estudio de casos de los miembros.

Se hace una síntesis organizada por temas, de los principales hallazgos obtenidos de la investigación ***Tecnología en la educación: ¿Una herramienta en los términos de quién?***[9]

Enseñanza y aprendizaje

- El potencial de la tecnología para la enseñanza debe mostrarse en la práctica.
- El diseño y la ejecución de las intervenciones de tecnología educativa deben adaptarse a los contextos locales. El éxito de las intervenciones tecnológicas se basa en: los elementos básicos, establecidos desde hace tiempo, de una sólida integración pedagógica por parte del profesorado, tiempo adicional de instrucción y un sólido asesoramiento.

Competencias digitales

- Las competencias digitales se adquieren en la educación formal y fuera de ella.
- Las competencias digitales han pasado a formar parte de un conjunto de competencias básicas que deben impartir los sistemas de educación formal.
- Los países han desarrollado diversas formas de crear competencias digitales. Aunque más de la mitad de los países carecen de las mismas.
- Las competencias evolucionan constantemente y no deben limitarse simplemente al uso de los dispositivos.
- Aún existe confusión sobre qué elementos básicos debe contener un conjunto de competencias digitales, así como sobre el grado en que estas competencias son generales o específicas, su finalidad y las definiciones de muchas de estas competencias y los solapamientos entre ellas.
- Los países deben tomar decisiones críticas sobre qué competencias incluir en sus planes de estudio, cómo integrarlas y agruparlas en asignaturas, en qué nivel y cómo aprovechar la experiencia de los alumnos, que en algunos casos supera la de sus profesores.

Medición y evaluación de las competencias digitales

Las evaluaciones de las competencias digitales deben abordar tres cuestiones: la multidimensionalidad, la comparabilidad con el tiempo y la equidad (todos los estudiantes deberían de contar con los mismos recursos y disponibilidad para aprender).

Tecnología

- El uso intensivo de la tecnología repercute negativamente en el rendimiento del alumnado y aumenta las molestias.
- También tiene posibles efectos nocivos para la salud física y mental, especialmente en el caso de los niños por su exposición a los riesgos dada su vulnerabilidad.
- La inteligencia artificial presenta riesgos adicionales tanto en la privacidad como sobre el desarrollo del aprendizaje.

Empresas de tecnología

- Los proveedores de tecnología digital, incluidos los que fabrican productos de tecnología educativa, recopilan y almacenan datos sobre sus usuarios.
- Por lo general estos actores, son considerados puramente a través de la legislación comercial y por fuera de la legislación educativa, siendo además abrumador el número de productos tecnológicos disponibles.

Uso de móviles y plataformas en los centros de enseñanza

- El uso de teléfonos inteligentes en los centros de enseñanza es polémico. Estudios realizados en Bélgica (Baert et al., 2020), España (Beneito y Vicente-Chirivella, 2020) y el Reino Unido (Beland y Murphy, 2016) demuestran que prohibir los teléfonos móviles en los centros de estudios mejora el rendimiento académico.
- Varias escuelas y universidades de Estados Unidos han empezado a prohibir TikTok y otras plataformas.
- Casi uno de cada cuatro países ha introducido algún tipo de prohibiciones en sus leyes o políticas.

Seguridad y protección de datos

Hoy en día no se suele distinguir entre adultos y jóvenes en lo que respecta al tratamiento de datos personales.

2. Gestión del tiempo ante la pantalla - OCDE 2024

Propósito: analizar cómo el tiempo que los estudiantes de 15 años dedican a dispositivos digitales se relaciona con su rendimiento académico, sentido de pertenencia escolar y niveles de distracción.

Alcance: países participantes en el estudio PISA, con un enfoque en el uso de dispositivos digitales por parte de los estudiantes.

Población objetivo: estudiantes de 15 años, docentes, padres y responsables de políticas educativas.

Forma de evaluación: análisis de datos recopilados a través de las evaluaciones PISA, incluyendo cuestionarios sobre hábitos digitales y rendimiento académico en matemáticas.

Se hace una síntesis organizada por temas de los principales hallazgos obtenidos de la investigación ***Gestión del tiempo ante la pantalla: cómo proteger y equipar a los alumnos frente a las distracciones.***[10]

La OCDE es una organización internacional que trabaja para mejorar las políticas económicas y sociales de sus países miembros que, a través de PISA[11], contribuye a evaluar lo que los jóvenes saben y son capaces de hacer al finalizar su Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en más de 80 países del mundo.

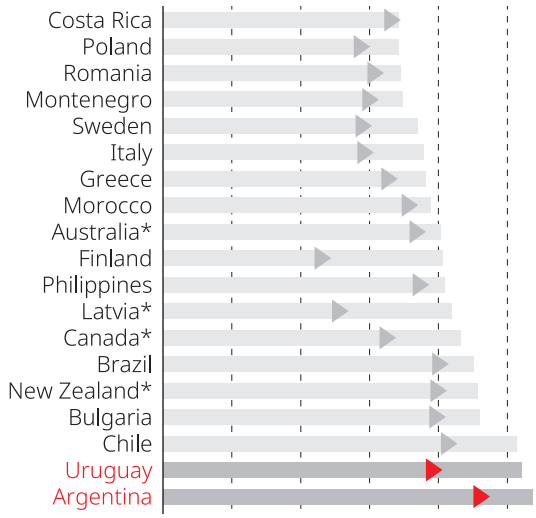
Situación general del Uruguay

Según los resultados de las pruebas PISA de 2022 el 62% de los estudiantes de 15 años en Uruguay no alcanza el nivel mínimo de suficiencia en al menos una de las tres áreas evaluadas. Este porcentaje es algo mejor que el promedio de América Latina (78%) pero considerablemente peor que el del grupo objetivo (35%). En términos de finalización de la Educación Media Superior se observa un aumento considerable en los últimos cinco años, pasando del 43% de los jóvenes entre 21 y 23 años en 2018 al 52% en 2023. Sin embargo aún persiste una amplia brecha en comparación con el grupo objetivo (87%) y América Latina (68%).

Uso de dispositivos digitales en la educación en el Uruguay

Los resultados de PISA 2022 revelan que los alumnos de 15 años que utilizan con moderación los dispositivos digitales para aprender en el centro educativo tienden a tener mejores resultados y manifiestan un mayor sentimiento de pertenencia al centro. No obstante, los que pasan más de una hora al día utilizándolas como ocio tienden a tener peores resultados y un menor sentimiento de pertenencia al centro.

Casi uno de cada tres jóvenes de 15 años asiste a clases en las que los estudiantes se distraen utilizando dispositivos digitales en los países de la OCDE. El porcentaje más alto lo tienen Uruguay y Argentina que con más del 50% representan los peores registros.



3. Alfabetización digital en el Uruguay - ICILS 2023

Entidad elaboradora: Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEEd) de Uruguay en colaboración con la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA).

> **Propósito:** evaluar las competencias en alfabetización digital y pensamiento computacional de los estudiantes uruguayos, así como los factores que influyen en su desarrollo.
>
> **Alcance:** nacional, centrado en estudiantes de 8° grado en Uruguay.
>
> **Población objetivo:** Estudiantes de 8° grado, docentes y directores de instituciones educativas en Uruguay.
>
> **Forma de evaluación:** aplicación de pruebas estandarizadas de competencias digitales y encuestas contextuales a estudiantes, docentes y directores.

Se hace una síntesis organizada por temas, de los principales hallazgos obtenidos de la investigación ***Uruguay en el ICILS 2023.***[12]

Tiene por objetivo investigar las capacidades de los estudiantes de octavo grado en el uso de las TIC, específicamente en:

- alfabetización computacional y manejo de información, y
- en pensamiento computacional.

La alfabetización computacional y manejo de la información refiere a la capacidad de una persona para utilizar computadoras para investigar, crear y comunicarse a fin de participar efectivamente en el hogar, el centro educativo, el lugar de trabajo y la sociedad.

El pensamiento computacional refiere a la habilidad de un individuo para reconocer aspectos de problemas del mundo real que pueden formularse en términos computacionales donde evaluar y desarrollar soluciones algorítmicas para esos problemas, de modo que estas soluciones puedan operacionalizarse con una computadora.

ICILS busca dar respuesta a la pregunta: ***¿qué tan bien preparados están los estudiantes para el estudio, el trabajo y la vida en un mundo digital?***

Uso de dispositivos TIC ha aumentado pero el desempeño en el ICILS no mejora

- Los resultados del ICILS revelan un incremento en el uso de las TIC por parte de los estudiantes de octavo grado, tanto dentro como fuera de los centros educativos. Sin embargo el mayor uso de las tecnologías no se traduce en mejores desempeños en 2023 respecto a ediciones previas.
- La alfabetización digital en los marcos curriculares es optativa en educación primaria, obligatoria en educación media, pero sin evaluaciones obligatorias previstas.
- En Uruguay el 64% de los estudiantes en alfabetización computacional y manejo de información y el 55% en pensamiento computacional, se desempeñan en los niveles bajos de las pruebas logrando completar únicamente las tareas más básicas. En el caso de alfabetización computacional y manejo de información esta situación se mantiene incambiada desde 2018.

Herramientas de software

El beneficio potencialmente transformador de los recursos digitales innovadores en las aulas no se refleja en su aceptación y uso en los centros educativos. Los estudiantes señalan únicamente al procesador de textos, los programas de presentación y los recursos informáticos de información como los más utilizados en clase.

4. Corolario

De los informes analizados se desprende una realidad compleja. Aunque la tecnología tiene un potencial para mejorar algunos aspectos de la enseñanza y el aprendizaje hasta ahora se ha demostrado que su éxito es limitado. De donde se concluye que su uso debe estar bien integrado pedagógicamente, validado y gestionado para producir los beneficios esperados. Ello queda particularmente en evidencia con los desempeños pobres o insuficientes en alfabetización computacional, manejo de información y en pensamiento computacional. Además se constata que el uso excesivo de dispositivos afecta negativamente el rendimiento estudiantil y la concentración, tal como ocurre en Uruguay que exhibe uno de los peores índices de distracción.

Sumado a lo anterior, es probable que a futuro haya que formalizar algún tipo de validación

de aplicaciones y/o servicios TIC de uso pedagógico, sobre todo perteneciente a terceros, de modo de asegurar la adecuación para su empleo en el sistema educativo nacional.

La protección de datos personales (PDP) de menores es un aspecto que merece atención y se recomienda diferenciarlo de la PDP de los adultos, ante todo en lo referente al uso de aplicaciones TIC con propósitos educativos, por lo cual será un ámbito que deberá adecuarse.

Figura 4. Mark Prensky, empresario y autor, y algunos de sus patrocinadores: Central de Inteligencia EUA, Departamento de Defensa EUA, UNESCO, etc.

La formación y actualización de los docentes en competencias digitales es un requerimiento imprescindible.

Finalmente, el uso sin restricciones de la tecnología abre las probabilidades a la ocurrencia de riesgos asociados al mal uso de las TIC, dejando vulnerables a los estudiantes y a su entorno ante amenazas, lo cual no debería suceder y menos aún dentro del ámbito educativo.

Nativos digitales

El concepto de "nativos digitales"[13] se popularizó en 2001 por Mark Prensky, un empresario estadounidense especializado en educación y aprendizaje a través de juegos. En su ensayo "Digital natives, digital immigrants" argumentaba que las nuevas generaciones adquieren habilidades tecnológicas con mayor rapidez y prefieren entornos visuales y multitarea en lugar de medios tradicionales como los libros. Según su planteamiento, estos jóvenes poseen una capacidad natural para desenvolverse en el mundo digital, procesar información y realizar múltiples tareas simultáneamente.

Sin embargo aunque la idea fue ampliamente aceptada en su momento, investigaciones recientes indican que los jóvenes no son tan competentes en el uso crítico de la tecnología como se creía (basta ver el caso de Uruguay). Saber usar aplicaciones, dispositivos o redes sociales no implica necesariamente un uso reflexivo e inteligente de la información. En otras palabras, la familiaridad con la tecnología no garantiza una verdadera competencia digital, de hecho la evidencia sugiere lo contrario, demostrando que las habilidades digitales no son innatas.

Por lo anterior, se infiere que estas habilidades deben enseñarse, acompañarse y desarrollarse al igual que cualquier otra competencia. Ignorar esta realidad puede tener graves consecuencias.

Diagnóstico: impacto de la tecnología en la educación

Como resultado de los hallazgos encontrados en las investigaciones mencionadas junto con las evidencias resultantes de la aplicación de la premisa de "nativos digitales", es posible extraer el siguiente diagnóstico:

1. **La tecnología en la educación no garantiza mejores resultados**
   Si bien tiene potencial, su impacto depende de una planificación pedagógica adecuada. El uso indiscriminado de dispositivos puede generar distracciones y afectar el aprendizaje.
2. **Las competencias digitales deben enseñarse de manera estructurada**
   No basta con que los estudiantes usen tecnología en su vida cotidiana, se requiere formación de pensamiento crítico y alfabetización digital en ambientes controlados.

3. **El tiempo de pantalla debe regularse en la educación**
   El exceso de dispositivos, especialmente para entretenimiento, reduce el rendimiento académico y el sentido de pertenencia a los centros educativos. Se requieren estrategias para minimizar distracciones.
4. **Los "nativos digitales" no son expertos en tecnología**
   La familiaridad con dispositivos no implica que los jóvenes posean habilidades digitales. La educación debe enfocarse en enseñar análisis de información, seguridad en línea y pensamiento crítico.
5. **Es necesario que el uso de tecnología esté adecuado a la enseñanza tradicional**
   Las herramientas digitales deben complementar y ajustarse al proceso de aprendizaje (PEA) pero no sustituir la enseñanza estructurada. Para ello es clave la capacitación docente para su correcta implementación.
6. **Los gobiernos deben regular el uso de la tecnología en las aulas**
   Varios países han impuesto restricciones a los teléfonos móviles y plataformas, como TikTok, en centros educativos desde educación inicial hasta educación terciaria, lo que ha mostrado beneficios en el rendimiento académico.
7. **La protección de datos es un tema crítico en la educación digital**
   Las empresas tecnológicas recopilan información sobre los estudiantes lo que plantea riesgos para la privacidad. Es fundamental establecer normativas claras que protejan a los menores.
8. **La equidad en el acceso a los recursos tecnológicos debe garantizarse**
   Se debe asegurar el acceso a los mismos recursos tecnológicos a todos los estudiantes por igual. Por lo cual los recursos deben estar aprobados y ser los mismos a efectos de evitar diferencias en aspectos tales como el acceso a internet, equipamiento, dispositivos, y a las aplicaciones con las cuales se trabaje. Todo ello dentro de un "marco seguro", provisto por los servicios de red e infraestructura y apoyado en procedimientos de actuación claros en cada centro educativo.
9. **Uruguay enfrenta un desafío en la alfabetización digital**
   A pesar del acceso a la tecnología los estudiantes no han mejorado significativamente sus habilidades digitales, lo que resalta la necesidad de fortalecer su enseñanza, particularmente durante su formación desde nivel inicial hasta el fin de secundaria.

Finalmente, no se trata de prohibir el uso de las TIC sino de encontrar el "punto de equilibrio" que favorezca el aprendizaje, minimice riesgos y potencie habilidades digitales de forma responsable.

Propuesta: marco para un espacio de solución

Por lo vertiginoso de los cambios no existe una única posición para abordar la problemática, por lo cual en este trabajo se proponen instrumentos basados en criterios objetivos con el propósito de resolver los hallazgos identificados en el diagnóstico. Se describen a continuación:

1. Enfoque conservador para la toma de decisiones.
2. Gestión de Riesgos.
3. Criterio de gradualidad en el uso de las TIC.
4. Principios de actuación en el ámbito educativo.

1. Enfoque conservador para la toma de decisiones

Este enfoque pone en el centro al estudiante como la "razón de ser" del sistema educativo, que mayormente involucra a niños, adolescentes y jóvenes quienes recorren su desarrollo psicológico, emocional y físico a la par de su proceso de formación y aprendizaje.

Ante la decisión clave sobre si se debe limitar el uso de la tecnología en la educación, se pueden cometer dos tipos de errores:

Error I: limitar el uso de las TIC cuando el estudiante está preparado y maduro para ellas.

Error II: no limitar el uso de las TIC cuando el estudiante no está preparado ni maduro para ellas.

De lo cual se concluye que el Error I es preferible al Error II ya que el primero no conlleva consecuencias negativas significativas, mientras que el segundo sí, pudiendo afectar el desarrollo y la formación del individuo de manera incluso irreversible. En resumen, para la presente propuesta se opta por el enfoque conservador dado que es el criterio de decisión que presenta el menor riesgo.

Finalmente mediante este enfoque, aunque no se pretende demostrarlo aquí, se podría asumir que un niño, adolescente o joven bien formado desde una perspectiva de educación tradicional tiene mejores condiciones para hacer un uso adecuado de las tecnologías y desarrollar competencias digitales. Esto se debe a que el criterio humano en el uso de una herramienta no es menos importante que la herramienta misma.

2. Gestión de Riesgos para el uso de las TIC en la educación

Justificación

La implementación de tecnologías en la educación presenta tanto oportunidades como desafíos. Aunque las TIC pueden facilitar el aprendizaje y el acceso a la información, su uso indiscriminado o sin una regulación adecuada puede generar efectos negativos en el proceso educativo, el rendimiento estudiantil y la seguridad de los estudiantes. En este contexto el enfoque de Gestión de Riesgos proporciona un marco para identificar, analizar, evaluar y mitigar los peligros asociados al uso de la tecnología en el ámbito educativo.

Metodología

Por su flexibilidad se propone el estándar internacional de Gestión de Riesgos ISO 31000:2018[14], cuyo enfoque proporciona una metodología estructurada y probada, capaz de minimizar los efectos negativos del uso de las TIC en la educación sin eliminar sus beneficios.

La misma permite:

- Adoptar un enfoque preventivo antes que reactivo.
- Hacer foco en datos y evidencias.
- Adaptar la enseñanza a la realidad digital sin depender de la improvisación.
- Regular el uso de tecnología según la maduración del estudiante asegurando su bienestar.
- Prevenir problemas como distracción y bajo rendimiento.
- Proteger la privacidad y seguridad digital de los alumnos.
- Asegurar que la tecnología se utilice con un propósito pedagógico claro.

Por estas razones la aplicación de la Gestión de Riesgos se la entiende como una opción válida para abordar los desafíos del uso de las TIC en el sistema educativo.

Los pasos a grandes rasgos incluyen:

- Establecer el contexto: definir objetivos educativos y el alcance del uso de las TIC.
- Identificar riesgos: detectar amenazas como distracciones, brecha digital o seguridad de datos.
- Evaluar los riesgos: determinar la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos.
- Definir estrategias de mitigación: definir regulaciones, capacitación docente y controles de acceso.
- Monitoreo y mejora continua: ajustar las estrategias conforme evoluciona la tecnología y sus usos.

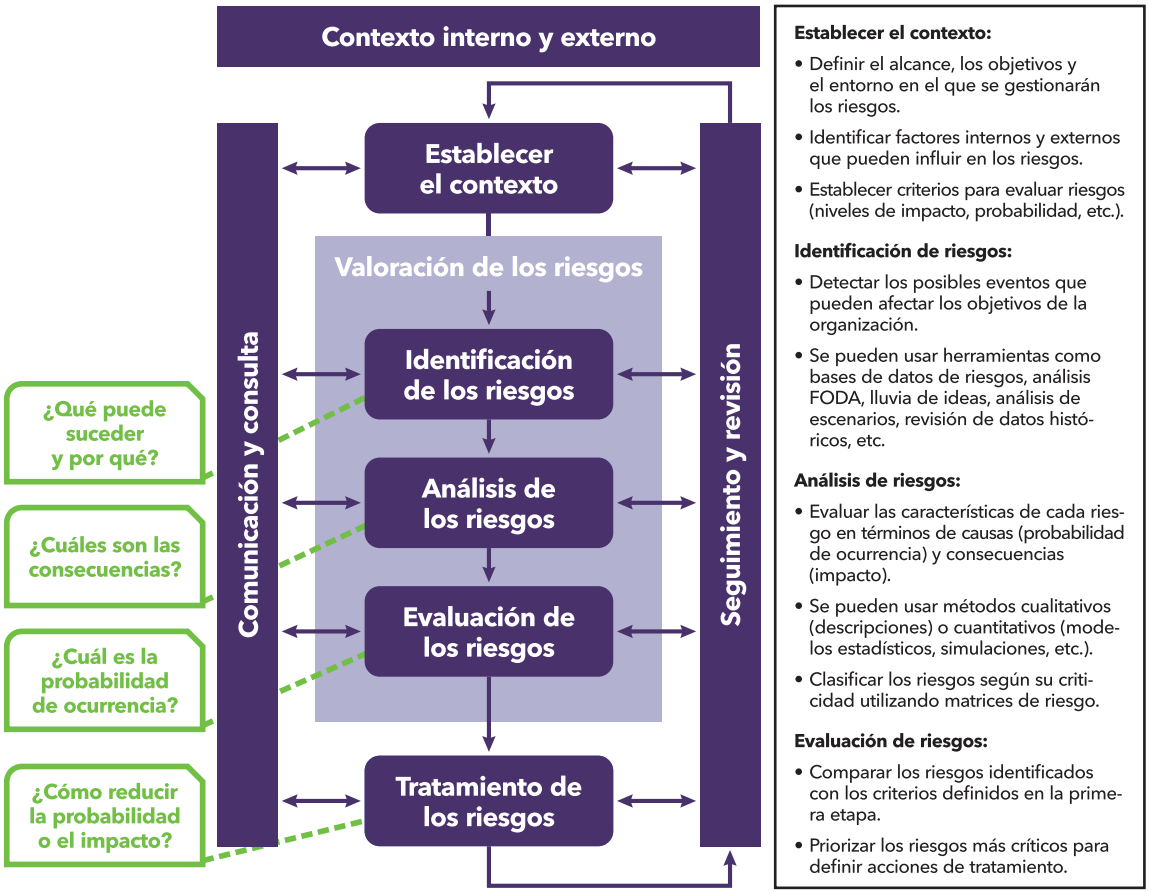
Gestión del Riesgo
Directrices

https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es

Nota: si bien existen otros marcos de Gestión de Riesgos además del mencionado, tales como COBIT, ITIL y NIST, se optó por este debido a su enfoque generalista y su sencilla aplicación en organizaciones de cualquier tamaño y especificidad. No obstante, nada impide optar por el marco que se considere más conveniente.

Proceso de Gestión de Riesgos

El proceso de Gestión de Riesgos es el núcleo de la norma y se ilustra en la figura.



Establecer el contexto:

- Definir el alcance, los objetivos y el entorno en el que se gestionarán los riesgos.
- Identificar factores internos y externos que pueden influir en los riesgos.
- Establecer criterios para evaluar riesgos (niveles de impacto, probabilidad, etc.).

Identificación de riesgos:

- Detectar los posibles eventos que pueden afectar los objetivos de la organización.
- Se pueden usar herramientas como bases de datos de riesgos, análisis FODA, lluvia de ideas, análisis de escenarios, revisión de datos históricos, etc.

Análisis de riesgos:

- Evaluar las características de cada riesgo en términos de causas (probabilidad de ocurrencia) y consecuencias (impacto).
- Se pueden usar métodos cualitativos (descripciones) o cuantitativos (modelos estadísticos, simulaciones, etc.).
- Clasificar los riesgos según su criticidad utilizando matrices de riesgo.

Evaluación de riesgos:

- Comparar los riesgos identificados con los criterios definidos en la primera etapa.
- Priorizar los riesgos más críticos para definir acciones de tratamiento.

Tratamiento del riesgo: Se elige una estrategia para gestionar cada riesgo identificado, entre las siguientes opciones:

1. Evitar: eliminar la actividad que genera el riesgo.
2. Mitigar: reducir la probabilidad o el impacto del riesgo.
3. Transferir: pasar el riesgo a un tercero (seguros, subcontrataciones, etc).
4. Aceptar: asumir el riesgo si su impacto es bajo o el costo de mitigación es muy alto.

Seguimiento, monitoreo y revisión:

- Evaluar continuamente la efectividad de las estrategias implementadas en cada etapa.
- Adaptar el proceso si surgen nuevos riesgos o cambian las condiciones.

Registros e informes:

- La gestión de riesgos y sus resultados se debieran documentar e Informar a través de los mecanismos apropiados.

Comunicación y consulta:

- Informar y colaborar con todas las partes interesadas en cada etapa del proceso.
- Asegurar que la información fluya de manera eficiente dentro de la organización.
- Facilitar la coordinación y el intercambio de información.

Definiciones:

- Riesgo: "Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos". En este contexto, el riesgo no siempre es negativo, sino que puede tener impactos tanto positivos como negativos en los objetivos de una organización.
- Probabilidad de ocurrencia: se entiende como la posibilidad de que ocurra un evento o circunstancia específica, evaluada cualitativa o cuantitativamente.
- Impacto: se entiende como la magnitud de las consecuencias que un evento de riesgo puede tener sobre los objetivos.
- Nivel de riesgo: es el resultado de la combinación de la probabilidad de ocurrencia y el impacto de un evento de riesgo. Se usa para priorizar la respuesta y definir estrategias de mitigación.
- Mitigación de riesgo: proceso de reducir la probabilidad y/o el impacto del riesgo mediante medidas de control, tales como prevención, transferencia o minimización de sus efectos.

Referencias: ISO: 31000:2018, 9000:2015.

Figura 5. Proceso de Gestión de Riesgos.

La fórmula para su cálculo es: Riesgo = Probabilidad x Impacto. Se utiliza para determinar el nivel de riesgo de un evento multiplicando el valor de la probabilidad de ocurrencia por el valor del impacto. Luego se priorizan los riesgos por orden de criticidad de mayor a menor. Finalmente se establecen estrategias para el tratamiento de los riesgos.

Identificación de riesgos para uso de las TIC en el ámbito de la educación

Se hace un extracto de los principales riesgos.

Psicológicos:
- Problemas de autoestima (alta o baja autoestima).
- Falsa sensación de control y pérdida de tiempo de uso.
- Falta de concentración en las tareas.
- Ansiedad, estrés y otros tipos de emociones negativas.
- Disforia, frustración, irascibilidad o angustia si no está conectado, lo que conlleva un síndrome de abstinencia.
- Pensamiento continúo en las TIC.
- Llamada imaginaria: escuchar el móvil o sentir la vibración.
- Indiferencia ante la violencia.
- Agotamiento tecno-cerebral.
- Inhibición de la voluntad.
- Probabilidad de desarrollo de adicciones como la ludopatía.

Físicos:
- Tensión muscular y lesiones físicas en espalda y manos.
- Dolores de cabeza o dolores de estómago.
- Fatiga ocular por exceso de "luz azul".
- Puede provocar desorientación o falta de equilibrio.
- Falta de sueño y mal descanso, así como insomnio.
- Sedentarismo.
- Trastornos alimenticios (obesidad, anorexia, etc.).

Otros riesgos:
- Robo de datos.
- Exposición de hábitos, información y movimientos.
- Plagio y deshonestidad académica.
- Suplantación de identidad (phishing).

Sociales:
- Falta de estudio y bajada de rendimiento académico.
- Poco contacto familiar y cambios en las relaciones sociales.
- Conductas de introversión y aislamiento.
- Desarrollo de conductas agresivas o peligrosas.

Tipos de contenidos ilegales:

Son aquellos contenidos que suponen un delito.
- Pornografía infantil.
- Difamación en Internet.
- Apología del racismo y xenofobia.
- Apología del terrorismo.
- Publicidad engañosa.

Tipos de contenidos inadecuados:

Sin ser ilegales, no son aptos para menores.
- Pornografía de adultos.
- Violencia.
- Incitación a la bulimia y/o a la anorexia.
- Comunidades peligrosas.

Tomar contacto con relaciones inconvenientes:
- Pedofilia.
- Ciberacoso.
- Cibercontrol.
- Sexting.
- Grooming.

Tabla 1. Riesgos identificados en el uso de las TIC.

Categoría	Valoración	Descripción
Probabilidad (P)	Baja (1)	Ocurre rara vez o en casos excepcionales
	Media (2)	Puede ocurrir ocasionalmente o bajo ciertas condiciones
	Alta (3)	Es muy probable que ocurra con frecuencia
Impacto (I)	Bajo (1)	Consecuencias menores sin afectar significativamente el aprendizaje o bienestar
	Medio (2)	Afecta el desempeño académico y la salud, pero puede mitigarse
	Alto (3)	Consecuencias graves en el aprendizaje, salud o seguridad del estudiante
Nivel de riesgo (NR)	Bajo (1-2)	No requiere medidas urgentes, puede monitorearse
	Moderado (3-4)	Se deben tomar medidas preventivas
	Alto (5-6)	Se requiere intervención inmediata y estrategias de control
	Crítico (7-9)	Riesgo inaceptable, necesita acción prioritaria y regulaciones estrictas

Tabla 2. Escala de valoración de Riesgos.

Riesgo	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Nivel de riesgo (P x I)	Clasificación
Psicológicos				
Problemas de autoestima (alta o baja)	2 (Media)	2 (Medio)	4	Moderado
Falsa sensación de control y pérdida de tiempo de uso	3 (Alta)	2 (Medio)	6	Alto
Falta de concentración en las tareas	3 (Alta)	3 (Alto)	9	Crítico
Ansiedad, estrés y otras emociones negativas	3 (Alta)	2 (Medio)	6	Alto
Disforia, frustración, irritabilidad o angustia si no está conectado (síndrome de abstinencia digital)	3 (Alta)	3 (Alto)	9	Crítico
Pensamiento continuo en las TIC	3 (Alta)	2 (Medio)	6	Alto
Llamada imaginaria: escuchar el móvil o sentir vibraciones inexistentes	2 (Media)	2 (Medio)	4	Moderado
Indiferencia ante la violencia	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Agotamiento tecno-cerebral	3 (Alta)	3 (Alto)	9	Crítico
Inhibición de la voluntad	2 (Media)	2 (Medio)	4	Moderado
Mayor riesgo de desarrollar adicciones (ej. ludopatía)	3 (Alta)	3 (Alto)	9	Crítico
Sociales				
Falta de estudio y bajada del rendimiento académico	3 (Alta)	3 (Alto)	9	Crítico
Poco contacto familiar y cambios en relaciones sociales	3 (Alta)	2 (Medio)	6	Alto
Conductas de introversión y aislamiento	3 (Alta)	2 (Medio)	6	Alto
Desarrollo de conductas agresivas o peligrosas	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Físicos				
Tensión muscular y lesiones físicas (espalda, manos)	3 (Alta)	2 (Medio)	6	Alto
Dolores de cabeza o de estómago	3 (Alta)	2 (Medio)	6	Alto
Fatiga ocular por exceso de luz azul (ojos rojos, lagrimeo, etc.)	3 (Alta)	2 (Medio)	6	Alto
Desorientación o falta de equilibrio por uso excesivo	2 (Media)	2 (Medio)	4	Moderado
Falta de sueño y mal descanso, insomnio	3 (Alta)	3 (Alto)	9	Crítico
Sedentarismo	3 (Alta)	3 (Alto)	9	Crítico
Trastornos alimenticios (obesidad, anorexia, etc.)	3 (Alta)	3 (Alto)	9	Crítico
Tipos de contenidos ilegales				
Pornografía infantil	1 (Baja)	3 (Alto)	3	Moderado
Difamación en Internet	2 (Media)	2 (Medio)	4	Moderado
Apología del racismo y xenofobia	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Apología del terrorismo	1 (Baja)	3 (Alto)	3	Moderado
Publicidad engañosa	2 (Media)	2 (Medio)	4	Moderado
Tipos de contenidos inadecuados				
Pornografía de adultos	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Violencia	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Incitación a la bulimia y/o anorexia	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Comunidades peligrosas	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto

Riesgo	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Nivel de riesgo (P x I)	Clasificación
Riesgos de contacto con relaciones peligrosas				
Pedofilia	1 (Baja)	3 (Alto)	3	Moderado
Ciberacoso	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Cibercontrol	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Sexting	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Grooming	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Otros riesgos				
Robo de datos	2 (Media)	3 (Alto)	6	Alto
Exposición de hábitos, información y movimientos propios	3 (Alta)	3 (Alto)	9	Crítico
Plagio y deshonestidad académica	3 (Alta)	3 (Alto)	9	Crítico
Suplantación de identidad (phishing)	3 (Alta)	2 (Medio)	6	Alto

Tabla 3. Valoración de riesgos identificados.

Berkes
Group

ENGINEERING IDEAS

Con más de 85 años de vida, nacida en Uruguay, con sede central en Montevideo y oficinas en Madrid, Copenhague y Nueva Delhi, Berkes es hoy un Grupo global de empresas especializadas en ingeniería.

Berkes Group opera en los sectores de construcción, desarrollos inmobiliarios, vialidad y energías renovables, tanto en el ámbito público como en el privado.

De la valoración de los riesgos se toman los siguientes criterios para cada ítem considerado: (NR = Bajo) no se hace nada, (NR = Moderado) se toman medidas preventivas, (NR = Alto) se interviene de inmediato y se toman medidas de control y (NR = Crítico) se toma acción prioritaria y se activan las respuestas planificadas. Observación: los criterios pueden variar acorde a la situación y su dinámica.

Estrategias de mitigación para los riesgos críticos

Se prioriza el control y seguimiento de los riesgos críticos, actualizándose continuamente su estado así como las respuestas planificadas para el caso de ocurrencia.

Nivel de riesgo crítico	Estrategias de mitigación
Falta de concentración en las tareas	• Fomentar la educación digital sobre el uso consciente de las TIC • Implementar aplicaciones de gestión del tiempo • Establecer horarios específicos para el uso de dispositivos electrónicos
Disforia, frustración, irritabilidad o angustia si no está conectado (síndrome de abstinencia digital)	• Promover actividades offline (deporte, lectura, interacción social) • Implementar programas de concientización sobre la dependencia digital • Realizar intervenciones psicológicas en casos severos
Agotamiento tecno-cerebral	• Limitar el tiempo de exposición a pantallas con pausas activas • Enseñar técnicas de relajación y descanso cognitivo • Modificar ambientes de estudio con luz natural y ergonomía adecuada
Mayor riesgo de desarrollar adicciones (ej. ludopatía)	• Implementar controles parentales y límites de tiempo en aplicaciones • Ofrecer educación sobre el impacto de las adicciones digitales • Facilitar el acceso a apoyo psicológico en casos graves
Falta de estudio y bajada del rendimiento académico	• Aplicar metodologías de aprendizaje activo sin dependencia de las TIC • Establecer espacios de estudio libres de dispositivos electrónicos • Realizar talleres sobre técnicas de estudio y autocontrol
Falta de sueño y mal descanso, insomnio	• Fomentar la desconexión digital al menos 1 hora antes de dormir • Implementar "modo nocturno" en dispositivos para reducir luz azul • Crear hábitos de sueño saludables con rutinas establecidas
Sedentarismo	• Incorporar pausas activas cada 30-60 minutos de uso de las TIC • Incentivar actividades físicas mediante retos • Diseñar entornos educativos que integren movimiento y aprendizaje
Trastornos alimenticios (obesidad, anorexia, etc.)	• Promover campañas de concienciación sobre alimentación equilibrada • Reducir la exposición a contenidos que fomenten hábitos alimenticios dañinos • Facilitar el acceso a orientación nutricional y psicológica
Exposición de hábitos, información y movimientos propios o del entorno	• Capacitar sobre privacidad digital y gestión de datos personales • Implementar herramientas de control de privacidad en dispositivos • Fomentar el uso de contraseñas seguras y autenticación
Plagio y deshonestidad académica	• Promover la cultura de la originalidad y el uso correcto de fuentes de información • Promover la importancia de la moral y ética evitando el engaño y la trampa • Promover la cultura de la autosuperación

Tabla 4. Estrategias de mitigación para los riesgos críticos.

Corolario

Los datos, ponderaciones y riesgos desarrollados en este trabajo surgen de un criterio lógico particular, por lo cual son susceptibles a ajustarse según los requerimientos y situaciones específicas. Más allá de las peculiaridades, el presente se trata de un instrumento probado y útil para abordar la problemática planteada desde una forma objetiva, práctica y basada en evidencia que, incluso sin desarrollar la metodología completamente, ayuda a crear una cultura "de prevención y de reacción" ante riesgos que de otra manera difícilmente se adoptaría. Todo lo cual contribuye a la preservación de la integridad del estudiante, del docente, el aula y los procesos involucrados en la enseñanza y aprendizaje.

3. Gradualidad en el uso de las TIC

Se sugiere la adecuación del marco curricular y programas, la capacitación a los responsables y la implantación de procedimientos que garanticen el uso adecuado de las TIC en el ámbito del PEA, mediante una "estrategia de gradualidad", donde se otorgan grados de libertad progresivos en el uso de las TIC a los estudiantes en forma alineada a su desarrollo y maduración.

La implementación debería ser lo suficientemente flexible para prever situaciones de excepción debidamente justificadas (tales como, proyectos, competencias, situaciones sanitarias, familiares, etc).

En la figura se muestra en forma ilustrativa la línea en sentido ascendente que representa el incremento en el grado de libertad del uso de las TIC a lo largo del trayecto educativo del estudiante.

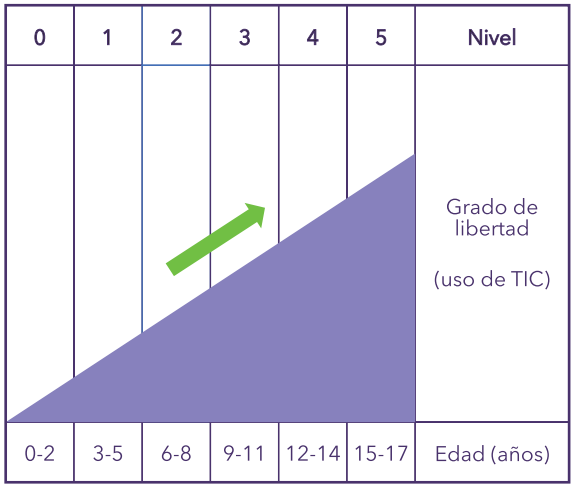


Figura 6. Gradualidad en el uso de las TIC.

Lógica de aplicación

Comprende la implementación de estrategias de mitigación de riesgos discriminado según el estrato etario, abarcando desde el nacimiento hasta el final de secundaria (de 0 a 17 años).

A los efectos de clarificar, se expone a continuación un ejemplo:

Riesgo identificado: *"falta de concentración en las tareas"* (primer riesgo crítico indicado en la tabla).

Impacto en el ámbito educativo: dificultad para mantener la atención en clases, tareas incompletas, menor rendimiento académico.

Estrategia de mitigación gradual:

- Para niños de 0 a 2 años (excluyente):
  - * Ningún bebé puede aprender de una máquina. Por el contrario el aprendizaje se da por la interacción y la relación únicamente con las personas.
- Para niños de 3 a 6 años:
  - * Aplicar tiempos de pantalla limitados según las recomendaciones (máximo 1 hora al día).
  - * Usar herramientas interactivas educativas en lugar de contenido pasivo.
  - * Integrar actividades físicas entre sesiones digitales.
- Para niños de 7 a 12 años:
  - * Fomentar técnicas de estudio (del tipo: 25 minutos de concentración, 5 de descanso).
  - * Crear espacios de aprendizaje sin distracciones digitales (espacios libres de dispositivos).
  - * Uso de aplicaciones que fomenten autocontrol (ActionDash, Pomodoro, etc.).
  - * Fomentar actividades físicas, al aire libre y competencias grupales.
- Para adolescentes de 13 a 17 años:
  - * Enseñar estrategias de gestión del tiempo y planificación de estudios.
  - * Promover la autoevaluación del uso de las TIC (autocontrol y autorregulación).
  - * Implementar normas claras sobre el uso del móvil en el aula.
  - * Fomentar actividades físicas, competencias grupales e intercambios.
  - * Fomentar proyectos de investigación, arte y otras disciplinas.

4. Principios de actuación en el ámbito educativo

Incluyen **10 principios permanentes** que se aplican a lo largo del proceso (PEA) desde 0 a 17 años y buscan garantizar que la tecnología sea utilizada de manera segura, planificada y con un impacto positivo en el aprendizaje. Se detallan a continuación.

#	Principios de actuación	Detalle
1	**Foco en el bienestar del estudiante**	• Priorizar la seguridad, salud mental y física de los estudiantes en el uso de las TIC • Asegurar que las tecnologías no interrumpan el desarrollo cognitivo, social y humano, desestimulando la dependencia digital • Evitar utilizar herramientas que expongan a los estudiantes a riesgos sicológicos, sociales o físicos
2	**Integridad del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje (PEA)**	• Las TIC deben ser una herramienta que complementen y no reemplacen ni interrumpan el proceso de la enseñanza tradicional • Mantener la figura del docente como guía del aprendizaje evitando la automatización total del proceso educativo • Asegurar que las TIC se utilicen con un propósito pedagógico claro, evitando la distracción o la sobreexposición a pantallas
3	**Capacitación docente en competencias digitales, concientización de la familia y otros interesados**	• Invertir en formación continua para que los docentes integren las TIC de manera efectiva en la enseñanza • Proporcionar herramientas y metodologías para que los docentes puedan adaptar la enseñanza a un entorno digital sin perder la esencia pedagógica • Asegurar que los docentes comprendan los riesgos asociados a las TIC y puedan guiar a los estudiantes en su uso seguro y responsable con el apoyo de la familia
4	**Promoción del pensamiento crítico y la alfabetización digital**	• Enseñar a los estudiantes a evaluar información en línea y a detectar noticias falsas, desinformación y sesgos en los contenidos digitales • Fomentar un uso consciente y responsable de la tecnología, evitando el consumo pasivo de información • Incluir la enseñanza sobre seguridad en línea, privacidad digital y ética del uso de las TIC en el currículo educativo
5	**Equidad en el acceso a recursos digitales**	• Garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a los mismos recursos tecnológicos dentro del sistema educativo (maximizar el uso de equipos institucionales o tipo ANEP, en detrimento de equipos individuales) • Reducir la brecha digital proporcionando herramientas y conectividad en igualdad de condiciones • Evaluar el impacto de las TIC en distintos entornos socioeconómicos para ajustar su implementación
6	**Regulación del acceso y uso de dispositivos**	• Definir normas claras sobre el uso de teléfonos móviles y otros dispositivos en el centro de enseñanza, particularmente en el aula, para evitar distracciones • Regular el tiempo de pantalla en actividades educativas para evitar la fatiga digital y la dependencia tecnológica • Implementar zonas libres de dispositivos para fomentar la interacción social y el aprendizaje presencial
7	**Protección de Datos Personales de los estudiantes (PDP)**	• Diferenciar la protección de datos de menores con respecto a la de los adultos, asegurando que su privacidad esté garantizada • Prohibir el uso de tecnologías que recopilen información personal sin control ni consentimiento adecuados • Evaluar y validar plataformas educativas y productos TIC antes de su implementación para garantizar su seguridad y adecuación al propósito pedagógico
8	**Uso de las TIC como herramienta, no como fin**	• Aplicar modelos de uso gradual de las TIC según la madurez del estudiante, evitando la exposición temprana a tecnologías innecesarias • No introducir tecnologías en el aula sin una planificación clara de sus beneficios educativos • Planificar el uso de las TIC en los programas de estudio
9	**No utilizar las TIC como mecanismo de control sobre los estudiantes**	• Evitar tecnologías que impliquen vigilancia o evaluación automática de comportamiento en el aula, tales como análisis de emociones y microgestos, conteo de pestañeo, patrones de comportamiento, reconocimiento facial, etc. • No implementar herramientas o algoritmos de gestión de aula que decida la calificación de los alumnos sin intervención humana • Garantizar que la evaluación educativa esté centrada en criterios pedagógicos y no en análisis automatizados
10	**Supervisión y evaluación continua del impacto de las TIC**	• Implementar mecanismos de monitoreo para evaluar los efectos de las TIC en el rendimiento académico y el bienestar de los estudiantes • Ajustar estrategias de integración de tecnología según evidencia científica y datos educativos • Aplicar un enfoque de Gestión de Riesgo para anticipar y mitigar posibles efectos negativos del uso de las TIC en el ámbito educativo

Tabla 5. Principios de actuación en el ámbito educativo.

Foto: premilclicker (freepik.es)

Reflexión y conclusión finales

En el presente trabajo se ha analizado el impacto de las TIC en la educación, de donde se deduce que su libre integración no garantiza automáticamente mejores resultados académicos.

Si bien la tecnología ha impactado los métodos de enseñanza-aprendizaje y ha facilitado el acceso a la información, su aplicación sin criterios claros ha generado problemáticas serias.

Los estudios analizados muestran que:

- Un uso excesivo de dispositivos afecta la concentración y el desempeño académico.
- Los estudiantes no desarrollan competencias digitales de manera autónoma lo que evidencia la necesidad de una enseñanza estructurada en esta área.
- La falta de regulación sobre el uso de las TIC en la educación puede profundizar brechas digitales y exponer a los estudiantes a riesgos como adicciones a las pantallas, la desinformación y la exposición de datos personales, distracción en el aula, reducción del rendimiento estudiantil, y afectar la salud mental y física.

Ante este panorama se plantea:

- Asumir un enfoque conservador para la toma de decisiones en cuanto a estrategias de resolución.
- Proponer una solución basada en Gestión de Riesgos como una estrategia viable que permite anticipar, evaluar y mitigar los posibles efectos negativos del uso de la tecnología en la educación, asegurando una aplicación pedagógica adecuada.
- Adoptar un criterio definido de gradualidad en el uso de las TIC, respetando el desarrollo y formación del estudiante.
- Definir principios de actuación que regulen el uso de las TIC, priorizando al estudiante, la integridad del proceso de enseñanza-aprendizaje, la capacitación y concientización, equidad de acceso, seguridad de los datos personales y evaluación continua.

Finalmente se puede concluir que:

- La tecnología en la educación debe ser vista como una herramienta complementaria y no como un fin en sí misma.

- Su uso debe responder a criterios pedagógicos sólidos, evitando la dependencia digital y garantizando que su integración favorezca el desarrollo académico y personal de los estudiantes.
- Los datos demuestran que la premisa de los "nativos digitales" es un mito, lo cual marca un cambio de paradigma.
- Solo mediante una planificación estratégica, basada en evidencia y regulaciones claras, se podrá aprovechar el potencial de las TIC sin comprometer la integridad del PEA ni la seguridad de la comunidad estudiantil.

El aprendizaje es un proceso intelectual de carácter individual y único, cuyo resultado es posible inferir sólo a través de la evaluación, la cual operará independiente de que los medios empleados para realizarla sean o no tecnológicos.

La clave está en equilibrar la enseñanza tradicional con la tecnología, promoviendo una integración adaptada a las necesidades educativas donde el foco esté puesto en el estudiante y su vínculo con el docente. Esto es haciendo del proceso de enseñanza y aprendizaje un superlativo para promover una educación de calidad.

Referencias

1. TIC: Tecnologías de la información y la comunicación, según ITIL (Information Technology Infrastructure Library).

2. Basado en lo recuperado de: acortar.link/hjsVr1 [UNESCO]

3. International Standard Classification of Education [UNESCO]. Basado en lo recuperado de: acortar.link/h4ELcO

4. "Por ejemplo en nuestro país, las habilidades para el uso seguro y responsable de internet suelen aprenderse, según reporte de los estudiantes, en mayor medida fuera que dentro del centro educativo" [INEEd 2024, sobre resultados de ICILS 2023, p.43]

5. Si bien existen más estudios recientes y perspectivas, se entiende que los mencionados a continuación, describen razonablemente bien la temática analizada.

6. UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

7. OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

8. ICILS: Estudio Internacional de Alfabetización Computacional y Manejo de Información (ICILS, por sus siglas en inglés)

9. Publicado en 2024 por la UNESCO. Basado en lo recuperado de: acortar.link/dl2bqD [UNESCO]

10. Publicado por OCDE 2024 PISA in Focus 2024/124 (mayo). Basado en lo recuperado de: acortar.link/HIkLt8

11. PISA: Programme for International Student Assessment

12. Publicado por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa del Uruguay –INEEd- en el año 2024, sobre resultados de ICILS 2023. Basado en lo recuperado de: acortar.link/a2o7rO

13. Basado en lo recuperado de: acortar.link/4ZEiuU, profuturo.education (Fundación Telefónica) y marcprensky.com (oficial)

14. ISO 31000:2018: Guía para la Gestión de Riesgos de la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés).

Referencias figuras

CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons:

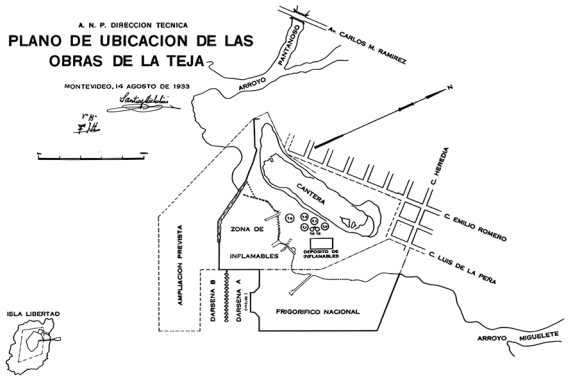
- Figura 1. Portada. Autor: Roberto Asplanato. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PORTADA_FINAL.jpg
- Figura 2. Proceso de Enseñanza y Aprendizaje - Autor: Roberto Asplanato. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Proceso_de_Ense%C3%B1anza_y_Aprendizaje_-_PEA.png
- Figura 3. Niveles de educación TIC - Autor: Roberto Asplanato. CC BY-SA 4.0 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Niveles_de_uso_de_las_TIC_en_la_Educaci%C3%B3n.png
- Figura 4. Mark Prensky y algunos patrocinadores - Autor: Roberto Asplanato. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mark_Prensky_y_patrocinadores.png
- Figura 5. Proceso de Gestión de Riesgos - Autor: Roberto Asplanato. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISO_31000.2018_-_Gestion_de_riesgos.png
- Figura 6. Gradualidad en el uso de las TIC - Autor: Roberto Asplanato. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gradualidad_en_el_uso_de_las_TIC_en_la_educaci%C3%B3n.jpg

Puerto de Montevideo, el otro

Autor
Ing. Guillermo del Cerro

El puerto de Montevideo, ubicado en la bahía homónima, cuenta desde hace casi 90 años con terminales especializadas, algunas incluso fuera del denominado "recinto portuario".

Efectivamente ya hacia 1923 aproximadamente se construía el Pabellón de Pasajeros en el Muelle Maciel, constituyéndose de alguna manera en una Terminal de Pasajeros, y luego en 1937 se erigían los muelles de la Terminal de La Teja o Dársena de Inflamables, a cota -10 m, con sus 3 hectáreas de relleno para construir allí un parque de tanques de almacenamiento. Asimismo se proyectaba una segunda dársena para atraques, la B, que finalmente no llegó a concretarse. Entre las virtudes de este proyecto se enfatizaba su distancia con la ciudad, dada la peligrosidad de las cargas a manipular (tal como manifiesta la memoria de la Comisión Financiera de las obras del Puerto, año 1930). El proyecto original puede apreciarse en la imagen a continuación.



Varias décadas más adelante se construyó el Muelle Pesquero en la zona de Mántaras. El muelle de escala (reforzado y con explanada) pasó a ser la Terminal de Contenedores y los muelles de los depósitos A y B pasaban a configurar la Base Naval. El acceso a cada una de esas terminales comenzó a ser más restringido, constituyendo de alguna manera hacia mediados de los 80, y sin ley de puertos aún, un conjunto de 5 terminales "especializadas".

A partir de la entrada en vigencia de la Ley de Puertos, algunas de esas terminales profundizaron su camino de especialización. Es el caso de la de Contenedores y Pasajeros (mediante concesión de la Estación Marítima y del viejo Pabellón), incorporándose obras de infraestructura y equipamiento de magnitud, así como management acorde a los nuevos tiempos. El fruto del desarrollo de otras áreas productivas del país devino en la gestación de nuevas Terminales como son la de Graneles y la de Celulosa. Para dar espacio a esta última se debió construir una nueva terminal como lo es Puerto Capurro con especialización en pesca, demoliéndose en consecuencia la terminal pesquera de Mántaras. En esa suerte de camino de "terminalización" del puerto, los muelles comerciales o públicos pasaron a funcionar como una especie de Terminal Multipropósito y multioperador, donde conviven desde yeso a contenedores, como pasajeros de cruceros y astillas de madera, todos bajo la égida de la ANP.

Actualmente el Puerto de Montevideo puede interpretarse como un conjunto de 8 terminales, atendiendo gran variedad de cargas/personas que utilizan el modo fluvial y marítimo como transporte. Dicho conjunto de terminales, movilizó 19.2 millones de toneladas y 613.000 pasajeros durante 2024. Para lograrlo se sirvieron de unos 6.000 metros de muelles y aproximadamente 93 hectáreas. A esa superficie deben sumarse los depósitos concesionados, las áreas comunes y las de borde del muelle, llegándose a unas 135 hectáreas, sin incluir espejos de agua. El 95% de la carga fue manipulada por operadores privados. La siguiente imagen permite una mejor comprensión de la distribución de las terminales.

Terminales Puerto de Montevideo 2024

SITUACIÓN 2024				
Terminal	**Long. muelle**	**Explanada**	**Calado pot.**	**Mov. ton / pax**
	m	**m²**	**m**	**miles**
Contenedores	638	320.000	13,5	8.780
Naval	342	11.200	4,5 / 6,5	0
Pasajeros	380	18.000	9,0	613
Multipropósito	2.280	345.940	10 / 13,5	6.389
Celulosa	250	93.000	13,5	1.391
Graneles	480	58.000	13,5	1.579
Pesca	980	50.000	7,5	0
Inflamables	610	30.000	9,0	1.032
TOTAL	**5.960**	**926.140**	**–**	**19.172 ton**
				613 pax

Fuente: Elaboración propia en base a ANP a Nov 24

El 27% de los muelles de la bahía de Montevideo tienen calado potencial a -13.5 m actualmente, y en un corto plazo pasarán al 32%. Por dichos muelles se moviliza cerca del 77% del tonelaje total actual del puerto.

Un gran desafío que enfrenta el Puerto de Montevideo (autoridad portuaria y actores privados) es el de potenciar el aumento de actividad y movimiento del resto de carga que maneja que no comprende Contenedores o Celulosa. No porque estos estos dos segmentos mencionados no resulten importantes, por el contrario representan el 70% del throughput portuario. Ambos pueden caminar solos y existe amplia experiencia en su funcionamiento. Sin embargo el resto de las cargas suelen caer bajo el rótulo de "cargas generales" en los estudios portuarios, no aplicándose mucho esmero y entusiasmo en su profundización, a nuestro juicio.

Una forma de ver el Canal Punta Indio en el Río de la Plata con perspectiva argentina, es que por allí pasan no menos de 70 millones de toneladas de carga hacia/desde Buenos Aires y mayoritariamente Gran Rosario. Además por ese mismo punto pasan máximo 15 millones de toneladas en contenedores. Cómo no va a ser clave y tapa de diarios allende el Río de la Plata la VNT (Vía Navegable Troncal), su profundización, mantenimiento y llamado a licitación para su concesión.

Con 14 metros de profundidad en su Canal de Acceso y casi en la mitad de sus muelles, en los próximos años Montevideo puede agregar a su ya comprobado potencial de movimiento de contenedores la circulación de otras cargas en sus terminales actuales y en futuras a desarrollar. Podrá así captar más cargas "up river" ofreciéndole soluciones eficientes a su hinterland.

Veremos en los años venideros un continuo avance de terminales, ya sea con Vehículos, Carga RoRo o Inflamables, pero serán los estudios en los que no hay que escatimar recursos los que sugerirán el rumbo.

El Puerto de Montevideo debe verse no exclusivamente como el recinto que va desde la Escollera Sarandí hasta la Central Batlle, sino como el conjunto de infraestructuras que se construyeron y que pueden construirse, aprovechando la profundización del Canal de Acceso a -14 metros. El recinto, la costa de la bahía, la propia bahía, las Escolleras Sarandí y Oeste, y zonas adyacentes, todo aquello que sin necesidad de dragar otros canales se sirve y beneficia de la profundidad del Canal de Acceso.

HASTA

50%

DE DESCUENTO

Conocé todos nuestros convenios

AAHES
A&E Estudio Jurídico Notarial
ALAS Uruguay
Altmann y Asociados
Altos del Arapey
ANTEL
Auto OK
Auxicar
Banco de Seguros del Estado
Berlitz
BEXEL Manager
BIMSOFT Uruguay
CAD IT
CECATEC
Centro de Producción Más Limpia
COGITI
Colegio y Liceo Ceni
Colegio y Liceo José Pedro Varela
Compañía del Sur Viajes y Turismo
Complejo Turístico Chuy
CYPE Ingenieros
Digital Outlet
DYP Ingeniería Geotécnica
Edu School
Elbio Fernández
ElectroUruguay
Escuela del Parque
Estodopack
Europcar
Gate Uruguay
GstarCAD
Hotel Casino San Eugenio del Cuareim
IMUR
Ingenca
Instituto de Marketing del Uruguay
INCAL
Instituto Crandon
Isede
KALYA Soluciones Informáticas
LSQA
Luminar Lighting
Miguel Cames Contador Público
Montevideo COMM
Óptica Altieri
Plaza Business Center
Pre Universitario Ciudad de San Felipe
Quality Internacional
Queen's School
Saludent
San Pedro del Timote
Strix
TCC
Ucam Business School
UNIT
Universidad CLAEH
Universidad de la Empresa
Universidad de la República
Universidad de Montevideo
Universidad ORT
Xiaomi
ZWCAD - Uruguay

Asociación de Ingenieros del Uruguay

Cuareim 1492
(+598) 2901 1762 / 2900 8951
(+598) 98 869 645
aiu@vera.com.uy
www.aiu.org.uy

aingenierosu
aingenierosu
aingenierosu
@aingenierosu
Asociación de Ingenieros del Uruguay

AL MAL TIEMPO BUENA MEMBRANA

¡Impermebilizá ahora y protegete del invierno!

En Sika encuentra una completa línea de productos para resolver problemas de humedad. Los impermeabilizantes acrílicos y las membranas líquidas son algunas de las soluciones que Sika pone a su disposición para que este mes pueda adelantarse al invierno y ganarle a la humedad.

Líderes en impermeabilización

SIKA URUGUAY S.A.
Tel: 2220 2227*
www.sika.com.uy

CONSTRUYENDO CONFIANZA